

elektroninis leidinys

Pranas BALTRĖNAS
Davidas ŠČUPAKAS

Technogenezė ir visuomenės sveikata

923-S

VADOVĖLIS

VGTU
LEIDYKLA
TECHNIKA

Vilnius
2009

VILNIAUS GEDIMINO TECHNIKOS UNIVERSITETAS

PRANAS BALTRĖNAS
DAVIDAS ŠČUPAKAS

TECHNOGENEZĖ IR VISUOMENĖS SVEIKATA

Vadovėlis



Vilnius LEIDYKLA TECHNIKA 2009

UDK 504(075.8)
Ba301

P. Baltrėnas, D. Ščupakas. Technogenezė ir visuomenės sveikata.
Vadovėlis. 2-oji pataisyta laida. Vilnius: Technika, 2009. 327 p. [2009-03-16. 21,85 aut. l., 25,5 sp. l.]

Vadovėlyje pateikiama žinių apie globalinės antropogeninės taršos ir visuomenės sveikatos problemas, nagrinėjama pagrindinių ūkinės veiklos sričių įtaka aplinkos komponentų užterštumui.

Nagrinėjami technogeninės taršos veiksniai ir jų poveikis visuomenės sveikatai: cheminė aplinkos komponentų tarša ir jos rizika visuomenės sveikatai, aplinkos cheminių teršalų toksikologija, ekotoksikologija, aplinkos kancerogenai, mutagenai, alergenai, biologinė tarša ir jos reikšmė užkrečiamųjų ligų paplitimui, jonizuojančiosios ir nejonizuojančiosios technogeninės spinduliuotės poveikis ekosistemoms ir žmonių sveikatai, technogeninio triukšmo šaltiniai, triukšmaligė ir jos prevencija, atliekų keliama rizika aplinkai ir sveikatai, jų saugaus tvarkymo strategija ir taktika. Aptariama sveikatos samprata, jos rodikliai ir gerinimo perspektyvos. Analizuojamas visuomenės sveikatos priežiūros valstybinis reguliavimas, aplinkos sveikatinimas ir visuomenės sveikatos išsaugojimas.

Vadovėlis skirtas magistrantų ir doktorantų studijoms, kvalifikaciją keliantiems specialistams. Juo galės naudotis aplinkos apsaugos srities inžinieriai ir gamybininkai.

1–3 vadovėlio skyrius parengė prof. habil. dr. Pranas Baltrėnas; 1, 3–5 skyrius – e. doc. p. dr. Davidas Ščupakas.

Leidinį rekomendavo VGTU Aplinkos inžinerijos fakulteto studijų komitetas

Recenzavo: Klaipėdos universiteto Jūrų technikos fakulteto Technologinių procesų katedra

Vilniaus universiteto Medicinos fakulteto Visuomenės sveikatos instituto doc. dr. Šarūnas Kučingis

VGTU leidyklos TECHNIKA 923-S mokomosios metodinės literatūros knyga

1-oji laida, 2007

http://leidykla.vgtu.lt

ISBN 978-9955-28-143-6

Turinys

ĮVADAS

Pasaulio šalių ekonominė plėtra yra susijusi su vis didėjančiu gamtos išteklių naudojimu, taršių ir aplinkai pavojingų technologijų perkėlimu į besivystančių šalių teritorijas, antropogeninės taršos problemų globalizacija. Kai kurios antropogeninės taršos poveikio pasekmės aplinkai ir žmonių sveikatai – technogeninės avarijos, žmogaus ūkine veikla sukelti gamtiniai kataklizmai – virsta tragiškais daugelio žmonių gyvenimo įvykiais. Daugiausiai išnagrinėti pavojai, susiję su klasikinių cheminių teršalų – azoto, sieros, anglies oksidų, kitų labiausiai paplitusių teršalų poveikiu aplinkos komponentams ir gyvenamajai aplinkai. Tačiau industrinės revoliucijos laikotarpiu ir vėlesniais dešimtmečiais, sintetinus šimtus tūkstančių naujų cheminių medžiagų ir joms plačiai paplitus, nuolat pasirodo vis naujos informacijos apie jų sukeliamus pavojus gamtoje vykstantiems procesams, kenksmingą poveikį ekosistemoms, sukeliamą žalą gyviesiems organizmams. Su aplinkos antropogenine chemine tarša siejami globaliniai klimato kaitos procesai, biologinės įvairovės nuostoliai, stratosferos ozono sluoksnio nykimas, piktybinių navikų, alerginių ligų, naujagimių apsigimimų paplitimas. Neabejotina jonizuojančiosios spinduliuotės, antropogeninio triukšmo daroma žala žmonių sveikatai. Akivaizdu, kad daugelis ekonomiškai išsivysčiusių šalių, pasižyminčių vartotojišku visuomenės gyvenimo būdu, susiduria su rimtomis atliekų šalinimo problemomis, susijusiomis su chemine ir biologine aplinkos tarša.

Tačiau žmonija nuolat susiduria su vis naujais pasaulio ekonominės plėtros pasekmių iššūkiais, susijusiais su galimais globalinės antropogeninės taršos padariniais, galinčiais labai pakeisti dabartinių žmonijos kartų palikuonių gyvenimo sąlygas. Daugelio pasaulio šalių mokslininkų dėmesys nukreiptas į elektromagnetinę spinduliuotę, kurią skleidžia videoterminalai, mobiliojo ryšio įrenginiai ir prietaisai, mikrobangų krosnelės. Elektromagnetinės spinduliuotės poveikio keliamai rizikai nagrinėti skirti platūs epidemiologiniai tyrimai, ieškoma priežastinių ryšių tarp šio veiksnio poveikio rizikos ir piktybinių navikų paplitimo. Plačiai diskutuojama apie naujų pramonės, energetikos, paslaugų įmonių, transporto, inžinerinės infrastruktūros objektų neigiamą poveikį natūraliajam kraštovaizdžiui, akcentuojant nepalankią įtaką gyventojų sveikatai. Išradus ir įgyvendinus naująsias gyvenamųjų ir administracinių bei viešosios paskirties pastatų statybos technologijas, susilaukta visiškai netikėto reiškinio – „sergančio pastato“ sindromo, dėl kurio pastatų vidaus aplinkos cheminė, biologinė ir fizikinė antropogeninė tarša gali būti didesnė nei esanti išorinėje aplinkoje. Su šia problema neatsiejamai susijusios teršalų dozių, kurias žmogus gauna iš skirtingų šaltinių ir aplinkos (išorinės, darbo, gyvenamosios), taip pat integruoto skirtingų teršalų poveikio vertinimo problemos. Žmonių nerimą kelia genetiškai modifikuotų organizmų ir produktų gamyba, jų apgalvotas išleidimas į gamtą bei tiekimas į maisto produktų rinką.

Šiuolaikinės žiniasklaidos priemonės informaciją apie padarytą žalą gamtai ir apie kitus patirtus nuostolius pateikia kiekvienam mūsų planetos gyventojui. Tačiau kartu su objektyvia ir gana patikima, moksliniais tyrimais patikrinta informacija pasaulyje sklinda nemažai mitų arba kitų abejotinos vertės spėlionių apie antropogeninės taršos šaltinius bei jos žalojantį poveikį aplinkai ir žmonių sveikatai. Visuotinį žmonių imlumą tokio pobūdžio informacijai galima paaiškinti vis didėjančiu žmonių dėmesiu savo sveikatai, nerimu dėl vaikų ateities. Neretai žmonių susirūpinimo priežastis yra naujų, dar nepakankamai ištirtų, prieštaringai aiškinamų antropogeninės taršos veiksnių atsiradimas. Pasitaiko atvejų, kai neigiamą žmonių nuomonę apie eilinį mokslo laimėjimą formuoja ir net organizuoti protestų akcijas skatina vadinamosios „juodosios“ technologijos, naudojamos siekiant tenkinti tam tikrus grupinius arba atskirų suinteresuotų žmonių ekonominius ar politinius interesus.

Bet kuris atradimas, skatinantis techninę pažangą, gali būti susijęs su potencialia rizika aplinkai ir žmonių sveikatai. Mokslininkas, nagrinėjantis aktualiąsias aplinkos apsaugos problemas ir jų sąsają su visuomenės sveikata, turi gebėti kuo objektyviau įvertinti technikos ir technologijos naujovių teikiamos naudos ir keliamos rizikos tarpusavio santykį. Tokio vertinimo sunku tikėtis neturint išsamių pagrindinių aplinkos apsaugos mokslo sričių žinių, taip pat neturint žinių apie tai, kaip skirtingo pobūdžio technogeninė tarša gali veikti visuomenės sveikatą. Būtent mokslininkams turėtų būti skirtas lemiamas vaidmuo nagrinėjant diskutuotinus klausimus, spręsti ginčytinas situacijas, kylančias dėl galimų konfliktų tarp techninės pažangos kūrėjų ir aplinkos apsaugos sergėtojų.

Vadovėlis „Technogenezė ir visuomenės sveikata“ skirtas Vilniaus Gedimino technikos universiteto Aplinkos inžinerijos fakulteto doktorantams, studijuojantiems modulio APASD 01001 (modulis) teorinę dalį, bei magistrantūros studijų studentams. Leidinio tikslas – supažindinti doktorantus su modulio paskaitų temomis, padėti jiems susisteminti šiuolaikines žinias aktualiais klausimais, susijusiais su aplinkos technogeninės taršos keliama rizika visuomenės sveikatai, taip pat pateikti konkrečią informaciją aktualių problemų valdymo aspektais. Vadovėlyje nagrinėjamas šiuolaikiškas požiūris į globalinės antropogeninės taršos ir visuomenės sveikatos problemas, akcentuojant taršos sukeltus pokyčius skirtingose gamtinės aplinkos geosferose. Leidinyje pateikta žinių apie pagrindinių ūkinės veiklos sričių skleidžiamą taršą, nagrinėjami skirtingi taršos veiksniai ir su jais siejama rizika visuomenės sveikatai. Šalia prioritetinio dėmesio cheminei taršai nušviestos problemos, susijusios su fizikine ir biologine tarša. Siekiant paskatinti doktorantų susidomėjimą moksliniais darbais, vadovėlyje gausiai cituojamos Vilniaus Gedimino technikos universiteto Aplinkos inžinerijos fakulteto ir kitų mokslo įstaigų mokslininkų publikacijos.

Doktorantai ir magistrantai supažindinami su Pasaulio mokslininkų asociacijų, nevyriausybinių, tarpvalstybinių organizacijų suvienytomis pastangomis darniam vystymuisi užtikrinti. Apžvelgtos pagrindinės tarptautinės konvencijos ir tarpvalstybiniai

susitarimai, prie kurių yra prisijungusi mūsų šalis. Tai Jungtinių Tautų Bendrosios klimato kaitos konvencija ir jos Kioto protokolas, Biologinės įvairovės konvencija, Monrealio protokolas dėl ozono sluoksnį ardančių medžiagų, Vienos konvencija dėl ozono sluoksnio apsaugos, Stokholmo konvencija dėl patvarių organinių teršalų, Rio aplinkos ir vystymosi deklaracija, Johanesburgo darnaus vystymosi strategija, Pasaulio sveikatos organizacijos strategija „Sveikata visiems XXI amžiuje“ ir kt.

Mokslinių žinių įgyvendinimas praktikoje yra glaudžiai susiję su visų sričių ūkinės veiklos reglamentacija aplinkos apsaugos ir visuomenės sveikatos išsaugojimo ir stiprinimo aspektais. Todėl vadovėlyje nemažai dėmesio skiriama teisės aktų aiškinimui. Nagrinėjamos į Lietuvos Respublikos teisę perkeltos Europos Sąjungos direktyvos, Europos standartai, Lietuvos Respublikos Seimo priimti įstatymai, Vyriausybės nutarimai, kiti poįstatyminiai teisės aktai, tarp jų – Lietuvos Respublikos higienos normos ir kiti norminiai dokumentai.

Sąvokų apibrėžtys

Aglomeracija – teritorija, kurioje gyvena daugiau kaip 250 000 žmonių arba kurioje dėl gyventojų tankumo (gyventojų skaičiaus viename kilometre) būtina vertinti ir valdyti oro kokybę.

Antrinės žaliavos – perdirbti tinkamos atliekos.

Antropogeninis poveikis – žmogaus poveikis aplinkai.

Aplinka – tai gamtoje funkcionuojanti visuma tarpusavyje susijusių elementų (žemės paviršius, gelmės, oras, vanduo, dirvožemis, augalai, gyvūnai, organinės ir neorganinės medžiagos, antropogeniniai komponentai) bei juos vienijančios natūralios ir antropogeninės sistemos:

- **antropogeninė** – žmogaus sukurti aplinkos elementai (statiniai, inžineriniai įrenginiai, susisiekimo priemonės, kraštovaizdžio objektai ir kt.);
- **biotinė** – tai vietovė, kurioje auga augalai, gyvena gyvūnai, veisiasi mikroorganizmai, tarp kurių vyksta medžiagų ir energijos apykaita;
- **darbo** – darbo vietą supanti erdvė, kurioje gali būti darbuotojo sveikatai pavojingų profesinės rizikos veiksnių (fizinių, fizikinių, cheminių, biologinių ir kitų);
- **gamtinė** – natūraliųjų aplinkos komponentų (atmosferos, hidrosferos, litosferos, augalijos bei gyvūnijos, kraštovaizdžio ir jo objektų) visuma;
- **gyvenamoji** – nuolatinio ir laikinojo būsto aplinka, apimanti fizinius, cheminius, biologinius, socialinius ir psichologinius veiksnius;
- **rekreacinė** – teritorija, turinti gamtines ar kultūrines aplinkos savybes ir sąlygas visaverčiam fiziniam bei dvasiniam žmonių poilsiui organizuoti.

Aplinkos ir visuomenės sąveika – antropogeninių veiksnių poveikis aplinkai ir aplinkos veiksnių poveikis žmonių sveikatai bei jų ūkinei veiklai.

Aplinkos monitoringas – sistemingas aplinkos ir jos komponentų būklės bei kitimo stebėjimas, antropogeninio poveikio vertinimas ir prognozė.

Aplinkos oras – troposferos oras, išskyrus patalpų orą, kuris gali veikti žmones, gyvūnus, augalus ir daiktus.

Apšvita – procesas, kurio metu jonizuojančiosios spinduliuotės srautas apšvitina žmogų ar aplinką:

- **atsitiktinė** – žmonių apšvita dėl nelaimingo atsitikimo;
- **avarinė** – apšvita, kurią, įvykus radiacinei avarijai, patiria žmogus, padedantis pavojuje esantiems žmonėms arba gelbėjantis įrangą;
- **gamtinė** – gamtinių šaltinių (kosminės spinduliuotės, patalpose, grunte, statybos produktuose, geriamajame vandenyje esančio radono ir kitų gamtinių radionuklidų) nulemta apšvita;
- **gyventojų** – iš spinduliuotės šaltinių gyventojų patirta apšvita, išskyrus profesinę ar medicininę apšvitą ir normalią foninę apšvitą;

- **išorinė** – apšvita, kurią patiria žmonės, kai juos veikia išorinė jonizuojančioji spinduliuotė;
- **medicininė** – apšvita, kurią patiria pacientai sveikatos priežiūros metu, medicininių bei biomedicininių tyrimų metu;
- **normalioji** – apšvita, patirta iš normaliai veikiančio jonizuojančiosios spinduliuotės šaltinio, įskaitant galimus nežymius nelaimingus atsitikimus, kurie gali būti kontroliuojami;
- **nuolatinė** – nuolat žmogaus patiriama apšvita, kurią lemia gamtinė spinduliuotė, įvykusių branduolinių avarijų ir atominio ginklo bandymų sukelta radioaktyvioji tarša;
- **profesinė** – su jonizuojančiosios spinduliuotės šaltiniais dirbančių darbuotojų patirta apšvita;
- **vidinė** – žmogaus patiriama apšvita, kai į organizmą kvėpuojant, su maistu arba tiesiog per kūno odą patenka radionuklidai.

Apyvartinis taršos leidimas – leidimas išmesti vieną toną anglies dvideginio ekvivalento šiltnamio reiškinį sukeliančių dujų.

Atliekos – bet kokios medžiagos ar daiktai, kuriais atliekų turėtojas atsikrato, nori atsikratyti ar privalo atsikratyti ir kurie priklauso atliekų kategorijoms, nurodytoms Lietuvos Respublikos atliekų tvarkymo įstatymo pakeitimo įstatymo (Įstatymas) 1 priedėlyje bei patenka į Aplinkos ministerijos patvirtintą atliekų sąrašą; natūraliųjų, žmogaus ūkinės ir kitokios veiklos liekanos.

- **pavojingos atliekos** – atliekos, atliekų sąraše pažymėtos kaip pavojingos, pasižyminčios viena ar keliomis pavojingumą lemiančiomis savybėmis, nurodytomis Įstatymo 4 priedėlyje, ir atitinkančios Aplinkos ministerijos nustatytus atliekų pavojingumo kriterijus, bei kitos atliekos, atliekų sąraše nepažymėtos kaip pavojingos, tačiau pasižyminčios viena ar keliomis pavojingumą lemiančiomis savybėmis ir atitinkančios atliekų pavojingumo kriterijus.

Atliekų tvarkymas – atliekų surinkimo, vežimo, naudojimo ir šalinimo veikla, taip pat atliekų tvarkymo veiklos priežiūra bei atliekų šalinimo vietų priežiūra po jų uždarymo.

Atmosfera – Žemės rutulį gaubiantis dujų sluoksnis, kurį sudaro šios sferos: troposfera, stratosfera, mezosfera, termosfera (apatinis troposferos sluoksnis – jonosfera) ir egzosfera.

Biologinė įvairovė – gyvųjų organizmų, taip pat antžeminių, jūrinių ir kitų vandens ekosistemų bei ekologinių kompleksų, kurių dalimi jie yra, įvairovė. Tai įvairovė rūšių viduje, tarp rūšių ir tarp ekosistemų, gyvųjų organizmų, taip pat jų bendrijų, buveinių ir genetinė įvairovė.

Biologinės medžiagos – mikroorganizmai, įskaitant genetiškai modifikuotus, ląstelių kultūros bei žmogaus enteroparazitai, galintys žmogui sukelti bet kokią infekciją, alergiją arba apsinuodijimą.

Biocheminis deguonies suvartojimas, BDS_5 – deguonies koncentracija, reikalinga suskaidyti organines nuotekų medžiagas per 5 paras 20 °C vandens temperatūroje, mg/*l*.

Cheminės medžiagos – gaminiai arba gamybos proceso metu gauti cheminiai elementai ir jų junginiai, įskaitant priedus, reikalingus tų gaminių stabilumui palaikyti, ir visos naudojant atsirandančios priemaišos, išskyrus tirpiklius, kurie gali būti atskiriami nepaveikiant medžiagos stabilumo ar nepakeičiant jos sudėties.

Cheminiai preparatai – dviejų ar daugiau cheminių medžiagų mišiniai arba kietųjų medžiagų tirpalai.

Cheminių medžiagų ir preparatų tvarkymas – cheminių medžiagų ir preparatų gamyba, klasifikavimas, pakavimas, ženklinimas, sandėliavimas, apskaita, eksportas, tiekimas į rinką, naudojimas.

Degimas – sudėtingas fizinis ir cheminis procesas, kurio metu vyksta greita medžiagų oksidacijos reakcija ir išsiskiria šviesa ir šiluma. Degimo procesui reikalinga degioji medžiaga, oksidatorius ir uždegimo šaltinis.

Demografija – mokslas, tiriantis gyventojų skaičių, jų kiekybinę ir kokybinę sudėtį bei jos pokyčius.

Dirvožemis – Žemės plutos viršutinis purusis sluoksnis, susidaręs iš gimtosios uolienos, veikiant dirvodaros procesams, ir turintis potencialų derlingumą.

Dirvožemio užterštumas – įvairių medžiagų ir organizmų susikaupimas dirvožemyje dėl žmogaus veiklos tokiais kiekiais, kurie mažina šiame dirvožemyje auginamų kultūrų technologinę, mitybinę, higieninę ir sanitarinę vertę.

Endemikai – augalų, gyvūnų ar grybų rūšys, gyvenančios tik tam tikrame dažniausiai nedideliame geografiniame regione; jų daugiausiai pasitaiko arealuose, izoliuotuose nuo kitų teritorijų.

Epidemiologiškai svarbi veikla – veikla, kai asmenys turi tiesioginį sąlytį su neįpakuotais maisto produktais, centralizuotai tiekia vandenį, prižiūri vandentiekio sistemas, gamina vaistus, kosmetikos bei asmens higienos priemones arba teikia kosmetologijos, pirties, kirpimo ir kitas paslaugas, turėdami tiesioginį sąlytį su žmogaus kūnu.

Europos esamų komercinių cheminių medžiagų sąrašas – Europos Komisijos sudarytas esamų cheminių medžiagų sąrašas, į kurį įrašytos iki 1981 m. rugsėjo 18 d. Europos Bendrijos rinkoje buvusios cheminės medžiagos.

Europos naujų cheminių medžiagų sąrašas – Europos Komisijos cheminių medžiagų, apie kurių tiekimą pranešta po 1981 m. rugsėjo 18 d., sąrašas.

Fitosanitarija – teisinių, techninių, materialinių priemonių visuma, kurias taikant užtikrinama, kad nebūtų įvežami ir neplistų augalams kenksmingi organizmai.

Freonai – lakūs fluorintieji ir chlorintieji angliavandenilių dariniai, šaldymo agentai, naudojami kaip lakiosios sudedamosios dalys gaminant aerozolinius preparatus, gaisrų gesinimo priemones, tirpiklius drabužiams, metalų paviršiams valyti; visi freonai naikina ozonosferą.

Garso lygis – garso slėgio lygis, koreguotas pagal A dažninę charakteristiką, nustatytas pagal formulę:

$L_A = 10 \lg (p_A/p_0)^2$,

čia: p_0 – 20 μPa, garso slėgio slenkstinė vertė; p_A – pagal A dažninę charakteristiką koreguotas garso slėgis, Pa.

Garso slėgio lygis – garso slėgio lygis, nustatytas pagal formulę:

$L = 10 \lg (p/p_0)^2$,

čia: p_0 – 20 μPa, garso slėgio slenkstinė vertė; p – vidutinė kvadratinė garso slėgio vertė.

Genetiškai modifikuotas organizmas – organizmas, kuriame genetinė medžiaga yra pakeista tokiu būdu, kuris nepasitaiko jam natūraliai formuojantis ir (ar) vykstant natūraliai rekombinacijai.

Genetiškai modifikuotas produktas – produktas, pagamintas naudojant genetiškai modifikuotus organizmus.

Geosferos – koncentrinės (ištisinės arba su pertrūkiais) Žemės rutulio sferos, kurios skiriasi agregatine medžiagų būsena, tankiu ir sudėtimi (atmosfera, hidrosfera, litosfera, mantija ir Žemės branduolys).

Hidrosfera – Žemę gaubiantis nevientisas vandens sluoksnis, Žemės vandenų visuma (vandenynai, jūros, aplinkos oro, sausumos vandenys).

Introdukcija – svetimos konkrečios šalies (arealo) gamtai gyvūnų, augalų ar grybų rūšies įvežimas ir išplatinimas, siekiant įkurdinti gamtoje.

Invazinės rūšys – nevietinės rūšys, kurių įsikūrimas ekosistemose turi žalingą ekologinį, ekonominį poveikį ar kenkia žmonių sveikatai.

Jonizuojančioji spinduliuotė – spinduliuotė, kuriai veikiant biologinėje aplinkoje susidaro skirtingų krūvių jonai.

Karstas – vandens cheminė ir mechaninė veikla vandenyje tirpiose uolienose. (*Karst* – karbonatinės plynaukštės vietovės prie Adrijos jūros (Slovėnija) pavadinimas.)

Klarkas – vidutinė cheminio elemento masės arba atomų skaičiaus kosminėje arba geocheminėje sistemoje vertė.

Klimato kaita (šiltnamio reiškinys, šiltėjimo efektas) – natūralūs ar įvairių poveikių sukelti klimato svyravimai reguliariais laiko tarpais.

Koreguotas pagal dažninę charakteristiką garso slėgis – vidurinė kvadratinė garso slėgio vertė, naudojant skalės A dažninę charakteristiką.

Litosfera (Žemės pluta) – kietoji Žemės rutulio sfera, apimanti Žemės plutą ir viršutinę mantijos dalį, storis 50–200 km.

Maksimalus garso lygis – garso lygis, atitinkantis triukšmo matuoklio maksimalų rodmenį matavimo metu.

Medicininė demografija – demografijos mokslo sritis, nagrinėjanti demografinių pokyčių įtaką gyventojų sveikatai.

Mitybos grandinė – ekosistemos medžiagų ir energijos apykaita arba augalų, gyvūnų ir mikroorganizmų mitybos ryšiai, kai energija iš pagrindinio šaltinio – augalo – į kitus organizmus perduodama su maistu.

Oktava – dažnių intervalas, kurio viršutinė riba dvigubai didesnė nei žemutinė.

Ozonosfera – atmosferos ozono sluoksnis, juosiantis planetą maždaug 20–30 km (virš ašigalių – 7–8 km, virš pusiaujo – 17–18 km) aukštyje; ozonas sugeria dalį gyvybei pavojingų ultravioletinių spindulių.

Ozono sluoksnis – stratosferoje esantis ozono sluoksnis, juosiantis planetą.

Ozono skylė – ozono sluoksnio plotas, kuriame ozono kiekis yra sumažėjęs 50 %.

Populiacija – vienos rūšies individų grupė, užimanti tam tikrą teritoriją arba erdvę, kurioje jie keičiasi genetine informacija, palaiko atitinkamą gausumą ir turi tik tai grupei būdingų požymių.

Populiacijos tankumas – individų skaičius, tenkantis tam tikram teritorijos ar erdvės vienetui.

Poveikio visuomenės sveikatai vertinimas – planuojamos ūkinės veiklos galimo poveikio visuomenės sveikatai nustatymo, apibūdinimo ir įvertinimo procesas.

Raudonoji knyga – juridinis valstybės dokumentas, kuriuo remiantis organizuojama retų ir nykstančių augalų, grybų ir gyvūnų rūšių apsauga.

Reintrodukcija – pakartotinis rūšies įkurdinimas areale, kuriame ji egzistavo, bet išnyko ar buvo išnaikinta.

Saugoma teritorija – sausumos ar vandens plotai, kuriuose dėl kraštovaizdžio, ekosistemų, įvairių elementų ir objektų gamtinės bei kultūrinės vertės, ypatingų apsauginių, ūkinių, rekreacinių ypatumų yra ribojama ar draudžiama žmogaus veikla.

Savitasis aktyvumas – bandinio aktyvumas ir pilnutinės jo masės santykis, Bq/kg.

Stenobiontai – augalai, gyvūnai ir mikroorganizmai, prisitaikę gyventi tik tam tikromis aplinkos ir mitybos veiksnių sąlygomis.

Tarša – medžiagos ar energija, kurios dėl žmogaus veiklos tiesiogiai ar netiesiogiai patenka į aplinką ir sukelia pavojų žmonių sveikatai ir gamtinėms ekosistemoms, taip pat daro žalą materialiam turtui.

Technogenezė – geocheminių procesų, atsiradusių aplinkos komponentuose dėl gamybinės ir ūkinės veiklos, visuma.

Temperatūros inversija – vietinis oro temperatūros didėjimas, kylant aukštyn tam tikruose atmosferos (stratosferos ir termosferos) sluoksniuose.

Toksikologija (gr. *toxikon* – nuodai) – medicinos mokslų šaka, tirianti nuodus, jų ypatybes, nuodų ir gyvų organizmų sąveiką, nagrinėjanti apsinuodijimų etiologiją, patogenezę, kliniką, gydymą ir profilaktiką:

- **analitinė** – mokslo šaka, nagrinėjanti toksiškų medžiagų kiekį įvairiose terpėse;

- **aplinkos (ekologinė)** – toksikologijos šaka, tirianti cheminių medžiagų paplitimą aplinkos komponentuose ir jų poveikį ekosistemoms bei sąveiką su gyvaisiais organizmais;
- **klinikinė** – toksikologijos šaka, tirianti įvairių cheminių junginių ir žmogaus organizmo sąveiką.

Toksikometrija – nuodų dozės nagrinėjimas ir toksinio poveikio stiprumo nustatymas.

Triukšmas – skirtingo slėgio ir dažnio 16–20 000 Hz atsitiktiniai netvarkingi garsai, kuriuos skleidžia virpantys kietieji arba dujiniai kūnai:

- **akustinis** – įvairaus stiprio ir dažnio garso bangų visuma, kuri gali sukelti nepalankias bei kenksmingas pasekmes sveikatai;
- **impulsinis** – nepastovus triukšmas, susidedantis iš vieno arba kelių garsinių signalų, kurių trukmė – trumpesnė kaip 1 sekundė;
- **leidžiamas triukšmo lygis (LTL)** – triukšmas, kuris, veikdamas trumpą arba ilgą laiką, negali sukelti ligų arba sveikatos sutrikimų;
- **nepastovaus triukšmo ekvivalentinis garso lygis** – pastovaus plačiajuosčio triukšmo, kurio vidutinis kvadratinis slėgis yra toks pat, kaip ir nagrinėjamo nepastovaus triukšmo tam tikro laiko intervalu, garso slėgis;
- **nepastovus** – triukšmas, kurio lygio pokytis didesnis kaip 5 dBA ir nuolat kinta, pertrūksta arba pulsuoja;
- **pastovus** – triukšmas, kurio lygio pokytis ne didesnis kaip 5 dBA;
- **plačiajuostis** – triukšmas, turintis tolygų spektrą, platesnį nei viena oktava;
- **pertrūkstantis** – nepastovus triukšmas, kurio lygis staigiai krinta, o intervalų trukmė, kai triukšmo lygis pastovus, yra viena sekundė ir daugiau.
- **toninis** – triukšmas, kurio spektre yra atskirų ryškių tonų.

Troposfera – apatinis atmosferos sluoksnis, kurio storis – 8–18 km.

Tūrinis aktyvumas – bandinio aktyvumas ir pilnutinio jo tūrio santykis, Bq/kg.

Vidutinė būsimo gyvenimo trukmė – tai vidutinis metų skaičius, liekantis gyventi asmenims nuo tam tikro amžiaus, jeigu išliktų esamo laikotarpio mirtingumo lygis.

Visuomenė – nuolatinių ir nenuolatinių šalies gyventojų visuma.

Visuomenės sveikata – visapusė dvasinė, fizinė ir socialinė gyventojų gerovė.

Visuomenės sveikatai įtaką darantys veiksniai – žmogaus aplinkos biologinių, cheminių, ekonominių, ergonominių ir psichologinių veiksnių, darančių įtaką žmogaus ir visuomenės sveikatai, visuma.

Visuomenės sveikatai rizikos veiksniai – natūralūs gamtos ir dirbtiniai veiksniai, taip pat gyvenimo ir elgesio įpročiai, dėl kurių poveikio atsiranda rizika visų gyventojų ar atskirų jų grupių sveikatai.

Visuomenės sveikatos duomenys – bet kuri informacija, susijusi su visuomenės sveikata.

Visuomenės sveikatos priežiūra – organizacinių, teisinių, ekonominių, techninių, socialinių bei medicinos priemonių, padedančių įgyvendinti ligų ir traumų profilaktiką, išsaugoti visuomenės sveikatą bei ją stiprinti, visuma.

Visuomenės sveikatos sauga – organizacinių, techninių, socialinių, ekonominių ir teisinių priemonių, skirtų visuomenės ar atskirų jos grupių sveikatai apsaugoti nuo aplinkos veiksnių kenksmingo poveikio ar šio poveikio rizikai kiek įmanoma sumažinti, visuma.

Visuomenės sveikatos saugos ekspertizė – visuomenės sveikatos veiksnių esamo poveikio visuomenės sveikatai tyrimo ir analizės, išvadų ir pasiūlymų, kaip užkirsti kelią šiam poveikiui ar jį riboti, rengimo procesas.

Visuomenės sveikatos saugos reglamentas (higienos norma) – Lietuvos Respublikos sveikatos apsaugos ministro patvirtintas teisės aktas, nustatantis privalomojo pobūdžio teisės normas visuomenės sveikatos saugos srityje.

Visuomenės sveikatos stebėsena (monitoringas) – tikslingai organizuotas visuomenės sveikatos būklės, ją veikiančių sveikatos rizikos veiksnių stebėjimas, analizė ir vertinimas.

Santrumpos

ATL – apyvartiniai taršos leidimai
BCF (*Bioconcentration Factor*) – biokoncentracijos veiksnys
BDS – biocheminis deguonies suvartojimas
CAS No. (*Chemical Abstract Service Registry Number*) – Cheminių medžiagų santrumpų tarnybos medžiagai suteiktas registracijos numeris
ChDS – cheminis deguonies suvartojimas
CFU (*Colony Forming Units*) – mikroorganizmų kolonijų skaičius
EC (*Effective Concentration*) – efektyvioji koncentracija
EHIPS (*Environmental Health Information Processing System*) – aplinkos sveikatos informacinė sistema
EINECS No. (*The Europian Inventory of Existing Commercial Chemical Substunces Identification Code*) – Europos esamų komercinių cheminių medžiagų sąrašo numeris
ELINCS No. (*The European List of Notified Chemical Substunces Identification Code*) – Europos naujų ar paskelbtų cheminių medžiagų sąrašo numeris
ETS (*Environmental Tabacco Smoke*) – rūkymas patalpose
GHG (*Greenhouse gases*) – šiltnamio dujos
GMO – genetiškai modifikuoti organizmai
GMP – genetiškai modifikuoti produktai
HFC (*Hydrofluorcarbons*) – hidrofluorangliavandeniliai
HN – higienos norma
IARC (*Intrnational Agency Research of Cancer*) – Tarptautinė vėžio tyrimų agentūra
IC (*Inhibition concentration*) – inhibicijos koncentracija
IPCC (*Intergovernmental Panel on Climate Change*) – Tarpvalstybinė klimato kaitos komisija
JTBKK – Jungtinių Tautų bendroji klimato kaitos konvencija
JT EEK – Jungtinių Tautų Europos ekonomikos komitetas
LAND – Lietuvos aplinkos norminis dokumentas
LC (*Concentration Letalis*) – mirtinoji koncentracija
LD (*Dosis Letalis*) – mirtinoji dozė
LOJ – lakieji organiniai junginiai
LST – Lietuvos standartas
MSDS (*Material Safety Data Sheet*) – Saugos duomenų lapas
NATO CCMS (*NATO Commetee for the Challenges of Modern Society)* – NATO komitetas modernios visuomenės iššūkiams nagrinėti
NMLOJ – nemetaniniai lakieji organiniai junginiai
PAA – policikliniai aromatiniai angliavandeniliai

PAV – poveikio aplinkai vertinimas
PCB – polichlorintieji bifenilai
PCDD – polichlorintieji dibenzo-o-dioksinai
PCDF – polichlorintieji dibenzofuranai
PFC (*Perfluorcarbons*) – perfluorangliavandeniliai
PM (*Particulate Metters*) – kietosios dalelės (KD)
POT – patvarieji organiniai teršalai
PVSV – poveikio visuomenės sveikatai vertinimas
REACH (*Registration, Evaluation, Authorization, Chemicals*) – Cheminių medžiagų registracijos, vertinimo ir ribojimo sistema
RV – ribinė vertė
SBS (*Sick Building Syndrome*) – „sergančio pastato“ sindromas
STR – statybos techninis reglamentas
TIPK – teršalų integruota prevencija ir kontrolė
TPR – teršalo pavojingumo rodiklis
UNFCCC (*UN Framework Convention on Climate Change*) – Jungtinių Tautų bendroji klimato kaitos konvencija
WHO (*World Health Organization*) – Pasaulio sveikatos organizacija (PSO)
WMO (*World Meteorological Organization*) – Pasaulio meteorologinė organizacija

1. Globalinės antropogeninės taršos ir visuomenės sveikatos problemos

1.1. Aplinkos ir visuomenės sąveikos raida, aktualios darnaus vystymosi problemos

Aplinkos sąvoką aiškina Lietuvos Respublikos aplinkos apsaugos įstatymas, ji plačiai vartojama aplinkosaugos vadovėliuose, mokslinėse monografijose ir kitose publikacijose, todėl čia nenagrinėjama. Aplinka gali būti: gamtinė (natūrali), abiotinė (negyvoji), biotinė (gyvoji), antropogeninė (sukurta žmogaus ūkinės ir kitokios veiklos), darbo, gyvenamoji, rekreacinė (skirta žmonių pasyviajam ir aktyviajam poilsiui gamtoje).

N. Reimersas [2] žmogų supančią aplinką suskirsto į keturis tarpusavyje susijusius posistemius – gamtinę („pirmoji gamta“), žmogaus sukurtą agrotechninę aplinką („antroji gamta“), dirbtinąją aplinką („trečioji gamta“) ir socialinę aplinką. Gamtinė aplinka apima Žemės sausumos teritorijas, kurios liko neprieinamos žmonių pertvarkomai veiklai. Tokių teritorijų mūsų planetos paviršiuje liko apie trečdalį. Daugiausiai žmogaus ūkinei veiklai laisvų teritorijų yra Antarktyje – apie 100 %, Šiaurės Amerikoje – 37,5 %, Rusijoje – 33,6 %, Australijoje – 27,9 %, Afrikoje – 27,5 %, Pietų Amerikoje – 20,8 %, Azijoje – 13,6 %. Europos kontinente žmogaus ūkinei veiklai laisvų teritorijų liko tiktai 2,8 %. „Antrajai gamtai“ N. Reimersas priskiria ariamas žemes, negrįstus kelius, sodintus miškus, apsaugines želdinių juostas, sodus, parkus, dirbtinius tvenkinius. Pagal autoriaus suskirstymą „trečioji gamta“ – tai viskas, kas yra sukurta žmogaus ir neturi analogų natūraliojoje gamtoje (statiniai, inžineriniai įrenginiai, komunikacijos, transporto priemonės, erdvės, skirtos darbinei veiklai, pramogoms ir kt.). Socialinė aplinka apima žmonių tarpusavio ekonominius, politinius, kultūrinius ir kitus visuomeninius santykius, kuriuos reguliuoja teisės aktai bei visuotinai pripažintos tradicinės žmonių elgesio normos.

Visuomenės sveikatos sąvokos apibrėžtis pateikta Lietuvos Respublikos visuomenės sveikatos priežiūros įstatyme, kuriame ji traktuojama kaip visapusė dvasinė, fizinė ir socialinė gyventojų gerovė. Toks visuomenės sveikatos sąvokos aiškinimas apima ir visos žmonijos, ir atskirų žmonių populiacijų tarpusavyje susijusius visuomenės sveikatos komponentus.

Dvasinė žmonių gerovė pasireiškia orientavimusi į tikrąsias, kitaip tariant, į amžinąsias vertybes, teigiama sėkmingos veiklos motyvacija, visuomeniniu aktyvumu, socialiniu optimizmu ir patriotizmu. Tačiau dvasinei žmonių sveikatai nemažą reikšmę turi jų fizinė sveikata ir socialinės gyvenimo sąlygos.

Fizinė gyventojų sveikatos samprata apima užkrečiamųjų ir neinfekcinių (tarp jų – ekologinės kilmės) ligų paplitimą, mirtingumo (ypač kūdikių iki 1 metų amžiaus), neįgalumo, vaikų fizinio išsivystymo (ūgis, kūno masė, fizinis pajėgumas ir kt.) rodiklius.

Socialinė žmonių gerovė tiesiogiai priklauso nuo jų gyvenimo kokybės, apimančios tokius komponentus, kaip dalyvavimas darbo rinkoje, galimybė naudotis ugdymo, mokymo, sveikatos priežiūros ir kitomis paslaugomis, socialinė ir fizinė sauga, apsirūpinimas kokybišku pagrindiniu ir antruoju būstu ir kt. Apie visuomenės sveikatos išteklius galima spręsti pagal jos narių amžiaus struktūrą, sveikų žmonių skaičių tam tikroje žmonių populiacijoje, taip pat pagal žmonių mitybos įpročius, kitus gyvensenos požymius. Nagrinėjama tiek visos Žemės gyventojų populiacijos, tiek atskirų kontinentų, regionų, šalių, administracinių teritorijų, gyventojų grupių (kūdikių, moksleivių, studentų, moterų, pagyvenusių žmonių, įmonių darbuotojų) visuomenės sveikata.

Žmogaus poveikį aplinkai lemia žmogaus poreikiai, kurie gali būti suskirstyti į pirminius (elementariuosius) ir antrinius. Pirminiai poreikiai yra susiję su sąlygomis, kurios užtikrina žmogaus egzistenciją (maisto, vandens, elementaraus būsto, aprangos poreikiai). Pirminiams poreikiams būdinga jų fiziologinė (vidinė) prigimtis. Pirmykštės bendruomenės žmonės, tenkindami elementariuosius poreikius, daugiausiai naudojo atsikuriančius gamtos išteklius ir iš esmės neturėjo alternatyvaus būdo savo poreikiams tenkinti. O antriniai poreikiai (socialiniai, ekonominiai, materialiniai, dvasiniai, informaciniai, kultūriniai, estetiniai) yra susiję su galimybėmis juos pasirinkti, suskirstyti į prioritetinius, perspektyvinius, pasiekiamus, nerealius ir kt.

Vis didėjančių žmonijos poreikių tenkinimas yra susijęs su dviem pagrindiniais veiksniais – Žemės gyventojų populiacijos didėjimu ir moksline technine pažanga. Pirmykščiai žmonės, vis daugiau prisitaikydami prie juos supančios aplinkos, mažino natūraliosios atrankos veiksnių poveikį jų išlikimui. Taip atsirado galimybės planetos gyventojų skaičiui didėti. Tačiau iki XVIII a. pradžios žmonių skaičius Žemėje didėjo tiktai 1 % per šimtmetį ir 1 milijardą pasiekė 1800 m. 1930 m., t. y. po 130 metų, Žemės gyventojų populiacija pasiekė 2 milijardus, 1960 m. (po 30 metų) – 3 milijardus. Ketvirtasis žmonijos milijardas atsirado po 15 metų (1975 m.), penktasis – jau po 12 metų (1987 m.). XXI a. išvakarėse Žemėje gyveno 6 milijardai žmonių. Pradedant nuo 1969 m. mūsų planetos gyventojų prieaugis sudaro 2 % per metus. 1989 m. Žemėje kas minutę gimdavo apie 180 naujagimių. Toks spartus gyventojų skaičiaus didėjimas pavadintas demografiniu sprogimu. Didžiausias žmonių prieaugis (2,4 %) septintajame XX a. dešimtmetyje buvo konstatuotas besivystančiose pasaulio šalyse. Prognozuojama, kad 2025 m. Žemės gyventojų populiacija pasieks daugiau kaip 9 milijardus. Pagal JT prognozę gyventojų prieaugis ims stabilizuotis XXII a. pirmajame trečdalyje, kai žmonijos populiacija pasieks 11,6 milijardo. Pagal dabartinį

žinių lygį apie Žemės išteklius ir jų naudojimo prognozes joje gali gyventi daugiausia 14 milijardų žmonių. R. Juknio teigimu, žinant populiacijos prieaugio rodiklio vertę, galima apskaičiuoti laikotarpį, kuris reikalingas populiacijai padvigubėti [3]:

$$T = 70/p, \tag{1.1}$$

čia: T – metų skaičius, reikalingas populiacijai padvigubėti; p – populiacijos prieaugis, %.

Anot autoriaus, (1.1) lygtis tinka ir kitiems statistiniams skaičiavimams. Turint duomenų apie bet kurių išteklių prieaugį procentais per metus, nesunku apskaičiuoti jiems padvigubėti reikalingą laikotarpį.

Anglų ekonomistas Tomas Robertas Maltusas (Malthus) XVIII a. pabaigoje sukūrė teoriją, pagal kurią žmonių skaičius Žemėje didėja geometrinės progresijos greičiu, o žmonijos egzistencijai reikalingų išteklių gamyba auga pagal aritmetinę progresiją, t. y. kur kas lėčiau. Todėl, anot Maltuso, žmonijai nelemta atsikratyti tokių socialinių reiškinių, kaip badas, nepriteklius, skurdas, socialinė atskirtis. JT duomenimis, šio amžiaus pradžioje maisto stygių patiria daugiau kaip 840 milijonų žemės gyventojų, 1,2 milijardo žmonių negauna pakankamai vandens, 2 milijardai negali vartoti elektros energijos.

Rusų mokslininkas A. Stepanovskich [4] teigia, kad vieno dabartinio žmogaus poreikiams tenkinti reikia 17 500 m^2 Žemės paviršiaus, iš to skaičiaus 4 600 m^2 – ariamos žemės, 1 200 m^2 – žemės naudmenų, skirtų gyvulininkystei, 700 m^2 miškų ploto, 200 m^2 urbanizuotos aplinkos. Dabartinio žmogaus kasdieniniams poreikiams tenkinti (maistui, kitoms prekėms gaminti, paslaugoms teikti, transportui ir kt.) energijos vartojama 20 kartų daugiau nei ankstyvosios žemdirbystės epochoje ir 60 kartų daugiau nei akmens amžiuje. Vien per XX a. bendras pasaulio šalyse pagamintas produktas padidėjo daugiau kaip 400 kartų, apie 14 kartų daugiau suvartota vandens, 13 % sumažėjo miškų plotai.

Staigus ir nereguliuojamas gyventojų skaičiaus didėjimas yra susijęs su tiesioginėmis ir netiesioginėmis neigiamomis pasekmėmis gamtinei aplinkai. Didėja gamtos išteklių poreikis, auga materialinių produktų gamybos apimtys, daugėja tankiai apgyvendintų teritorijų, brangsta žemė ir visos gyvybiškai reikalingos paslaugos. Materialinės kultūros vystymasis ir didėjančios vartojimo apimtys sudaro vis didesnę antropogeninę gamtos ir jos ekosistemų apkrovą. Dėl didėjančio gyventojų tankumo kyla socialiniai, etniniai konfliktai. Gyventojams masiškai persikeliant gyventi į didžiuosius miestus ir keičiant gyvenimo būdą, didėja sergamumas bei traumatizmas.

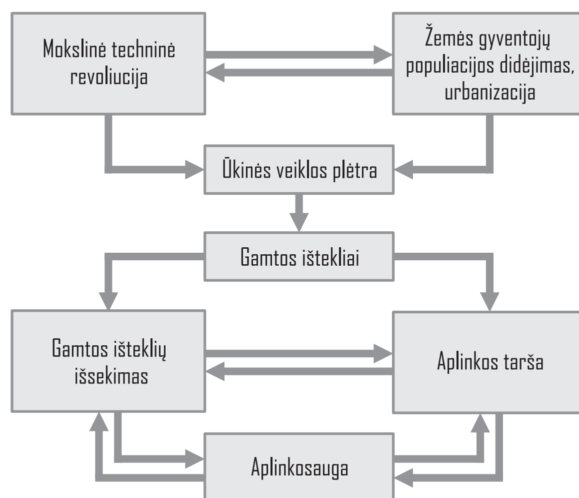
Žmogaus ūkinės veiklos plėtra ir jo poveikio biosferai didėjimas yra susiję su technogenezės sąvoka. Technogenezė – tai geocheminių procesų, atsiradusių dėl gamybinės ir ūkinės veiklos, visuma, su kuria yra susiję esminiai žmones supančios aplinkos pokyčiai. Geocheminių procesų pokyčiams turi įtakos tokios ūkinės veiklos sritys:

- gamtos išteklių žvalgybos, gavybos (rūdų, naftos, dujų, anglių, požeminio vandens) ir perdirbimo;
- inžinerinių įrenginių (vandens užtvankų, drėkinimo ir melioracijos sistemų, hidroelektrinių, inžinerinių komunikacijų), taip pat automagistralių, geležinkelių, pramoninių kompleksų, miestų ir gyvenviečių statyba;
- žemės ūkio veikla – žemdirbystė, miškų kirtimas, trąšų, pesticidų naudojimas ir kt.

Žmonijos techninei veiklai, apimančiai Žemės paviršių, jos gelmes ir artimąjį bei tolimąjį kosmosą, taikoma technosferos (gr. *technetos* – dirbtinis) sąvoka. Pagal mokslininkų apskaičiavimus visų žmogaus sukurtų techninių sistemų masė keliasdešimt kartų didesnė nei Žemės biomasė, o techogenezės produkcija kelis kartus viršija natūraliųjų ekosistemų produkciją. T. Akimovos ir kt. duomenimis [5], technosferos energetinis pajėgumas per pastarąjį šimtmetį padidėjo 14 kartų, o jos užimamas sausumos plotas padidėjo 3 kartus (nuo 20 % iki 60 % Žemės sausumos paviršiaus).

Antropogeninis poveikis gamtinei aplinkai gali būti suskirstytas į kelis etapus: nusavinamąjį, ardomąjį, stabilizuojamąjį, atkuriamąjį, tausojamąjį. R. Juknys žmogaus poveikio aplinkai istorinę raidą suskirsto į keturias epochas, apibūdinančias gamybos priemonių ir technologijų išsivystymo pažangą – medžioklės (ankstyvasis ir vidurinis akmens amžiai), žemdirbystės (nuo vėlyvojo akmens amžiaus iki XVIII a. vidurio), pramonės (nuo XVIII a. vidurio iki XX a. vidurio) ir informacijos (nuo XX a. vidurio) [3].

Žmogaus poveikis aplinkai gali būti tiesioginis ir netiesioginis; tyčinis ir netyčinis; trumpalaikis ir ilgalaikis; lokalinis, regioninis, globalinis; paviršinis ir giluminis; mechaninis, fizikinis, cheminis, biologinis. Poveikio pasekmės gali būti grįžtamos ir negrįžtamos. Žmogaus ir aplinkos sąveikos principinė schema pateikta 1.1 paveiksle.



1.1 pav. Žmogaus ir aplinkos sąveikos sistemos *Visuomenė ir aplinka* principinė schema [4]

Antropogeninis poveikis aplinkai, susijęs su gyventojų tankumu, atskiroje vietovėje nustatomas apskaičiavus gyventojų tankumo rodiklio toje vietovėje santykį su šalies ar regiono gyventojų tankumo rodikliu pagal lygtį [5]:

$$K_D = T_V / T_B, \tag{1.2}$$

čia: K_D – atskiros nagrinėjamos vietovės demografinės apkrovos aplinkai koeficientas; T_V – atskiros nagrinėjamos vietovės (administracinės teritorijos) gyventojų tankis, žm/km^2; T_B – šalies arba regiono gyventojų tankis.

Technogeninė atskiros vietovės apkrova gali būti apskaičiuota pagal lygtį:

$$K_T = \Sigma Ta_V / \Sigma Ta_N, \tag{1.3}$$

čia: K_T – technogeninės atskiros nagrinėjamos vietovės bendros taršos rodiklio vertė; ΣTa_V – atskiros nagrinėjamos vietovės bendra technogeninė tarša; ΣTa_N – teisės aktų nepažeidžianti bendra technogeninė tarša.

Aplinkos ir visuomenės sąveikos raida gali būti suskirstoma į tokius etapus:

Nusavinamosios ūkinės veiklos etapas pasižymėjo gamtos gėrybių – uogų, žolių, šaknų, šakniavaisių, natūraliai gamtoje augančių vaisių, smulkių dirvožemio gyvūnų rinkimu, žvejyba, vėliau – stambių laukinių gyvūnų medžiokle. Etapas apima akmens amžių. Žmogus atsirado Žemėje prieš 4,6 mln. metų, išmoko naudotis ugnimi prieš 1,6 mln. metų. Taigi natūraliųjų gamtos gėrybių rinkimo laikotarpis truko apie 3 mln. metų. Nusavinamosios ūkinės veiklos medžioklės etapu buvo nepaliaujamai naikinami stambieji gyvūnai, su kurių visišku ar daliniu išnykimu yra siejama pirmoji antropogeninė *konsumentų krizė*. Nusavinamosios ūkinės veiklos etapas pasižymėjo tik gamtinės kilmės produktų ir energijos vartojimu.

Primityviosios gamybinės veiklos etapas traktuojamas kaip žemdirbystės ir gyvulininkystės epocha. Pirmosios žemdirbystės civilizacijos atsirado Žemės teritorijose, kuriose trūko atmosferos kritulių. Todėl žemdirbystės darbų plėtrai pradėta statyti drėkinimo sistemas. Ši ūkinė veikla sukėlė dirvožemio eroziją, jos druskėjimą, miškų naikinimą. Derlingų teritorijų vietoje ilgainiui atsirado Sacharos dykuma. Taip pasireiškė primityviosios žemdirbystės ekologinė krizė. Vėliau žemdirbyste imta verstis Žemės teritorijose, kuriose vyravo nuosaikus klimatas. Jose netrūko atmosferos kritulių ir gruntinio vandens išteklių. Žemdirbystės verslui pasislinkus į Europos kontinentą, taip pat dėl medienos poreikio namams ir kitiems statiniams bei laivams statyti nukentėjo didžiuliai miškų ir kitos augalijos plotai. Žmonėms pradėjus auginti naminius gyvulius, atsirado sąlygos sėsliam gyvenimui, kuris lėmė gyvenviečių ir miestų plėtrą. Intensyvėjant ūkinei veiklai, pirmykštis natūralus ūkis virto prekiniu. Dėl produktų pertekliaus atsirado sąlygos prekybai plėtoti ir transporto priemonių poreikis prekėms vežioti. Kartu su žemdirbyste ir gyvulininkyste vystėsi amatai. Žmonės

ėmė naudotis ir gamtiniais, ir žmonių sukurtais (antropogeniniais) ištekliais. Antropogeninis poveikis aplinkai daugiausiai buvo vietinis, apimantis žmonių apgyventas vietoves.

Pramoninės revoliucijos etapas, kuris prasidėjo XVIII a., pasižymėjo pagrindinių cheminių elementų, fizikos dėsnių atradimais, neregėtais technikos ir technologijos laimėjimais. Jau XVIII a. pradžioje, 1701 m., prancūzų inžinierius Šarlis Pliumjė (*Pliumier*) (1646–1704) sukonstravo tekinimo stakles, tais pačiais metais anglų agronomas Džetro Talas (*Thal*) (1674–1741) pagamino pirmąją mechaninę sėjamąją mašiną ir arklio žagrę, 1712 m. anglų inžinierius Tomas Njukomenas (*Newcomen*) (1663–1729) aprašė stūmoklinės garo mašinos veikimo principus, 1733 m. anglų inžinierius Džonas Kejus (1704–1764) sukonstravo slenkamąją audimo staklių šaudyklę, 1740 m. anglų laikrodininkas Bendžamenas Handsmenas (*Handsmen*) (1704–1776) išrado plieno gamybos technologiją, naudojant koksą. [6]

XVIII a. taip pat buvo išrastas vakuuminis siurblys, krumpliaračių pjovimo staklės, pagaminta pirmoji verpimo mašina, pirmosios audimo staklės, pastatytas pirmasis mechaninis miltų malūnas, sukonstruotos pirmosios garo mašinos ir metalinio korpuso laivai, pradėjo veikti pirmasis metalinių pinigų kalimo presas ir kt.

XIX a. pasižymėjo ypač sparčia technikos ir technologijos pažanga visose žmonijos veiklos srityse – pramonėje, žemės ūkyje, transporte, komunikacijose, taip pat biologijoje bei medicinoje. Anglų inžnierius Brajanas Donkinas (*Donkin*) (1768–1855) 1804 m. sukūrė pirmąją popieriaus gamybos mašiną, 1807 m. JAV inžinierius Oliveris Evansas (*Evans*) (1755–1819) išrado konvejerio juostą, 1810 m. prancūzų fizikas Ogiustenas Žanas Fresnelis (*Fresnel*) (1788–1827) išrado sodos gamybos būdą, 1815 m. pradėta grįsti kelius, 1819 m. JAV chemikas Setas Boidenas (*Boyden*) (1788–1870) užpatentavo lakuotos odos gamybos technologiją, 1824 m. anglų technologas Džozefas Espidinas (*Espidin*) (1779–1855) išrado portlandcementį, dar po vienerių metų anglų inžinierius Džordžas Keilis (*Kaily*) (1773–1857) sukonstravo vikšrinį traktorių. 1828 m. škotų inžinierius Džeimsas Neilsonas (*Neulson*) (1792–1865) išrado aukštakrosnę, 1837 m. vokiečių kilmės rusų išradėjas Moricas fon Jakobis (*Якоби*) (1801–1874) sėkmingai atliko sidabravimo, nikeliavimo ir chromavimo galvanizacijos procesus, 1851 m. amerikiečių išradėjas Aizekas Zingeris (*Singer*) (1811–1875) užpatentavo naujo tipo siuvimo mašiną, škotų kilmės Australijos inžinierius Džeismas Harisonas (*Harrison*) (1816–1893) 1855 m. sukūrė kompresorinį šaldytuvą.

XIX a. antrojoje pusėje padarytas naujas milžiniškas šuolis fizikos, chemijos, biologijos, medicinos moksluose, taip pat technikos bei technologijos srityse. Rusų mokslininkas Dmitrijus Mendelejevas (*Менделеев*) (1834–1907) 1868 m. suformulavo chemijos elementų periodiškumo dėsnį ir surašė juos į periodinę elementų lentelę. Atsirado naujų plieno, popieriaus, dažų gamybos, ofsetinės spaudos technologijų, išrasti elektros varikliai, telefonas, telegrafas, elektrinė spausdinimo mašina, sukons-

truotos ir pagamintos naujos transporto priemonės – automobilis, orlaivis, troleibusas, tramvajus.

Pramoninės revoliucijos etapas pasižymėjo visišku aplinkos išsaugojimo nepaisymu. Naujų technologijų sukūrimą ir diegimą, naujų įrenginių konstravimą bei gamybą, naujų būtinųjų prekių teikimą į sparčiais tempais besiplečiančią prekių rinką lydėjo nekontroliuojamas gamtos niokojimas. Didžiausi vandens telkiniai buvo teršiami nevalytomis technologinėmis nuotekomis, iš pramonės ir energetikos įmonių kaminų į aplinkos orą veržėsi nevalyti kenksmingi aplinkai ir žmonių sveikatai dūmai. Dėl masinio augalijos išteklių naikinimo natūralioji gamta patyrė antropogeninę *producentų krizę*.

Mokslinės techninės revoliucijos etapo pradžia – XX a. pirmoji pusė. Jau 1905 m. Albertas Einšteinas (*Einstein*) (1879–1955) paskelbė reliatyvumo teoriją, gimęs Naujoje Zelandijoje anglų fizikas Ernestas Rezerfordas (*Rutherford*) (1871–1937) 1911 m. paskelbė apie atomų branduolių atradimą. Po metų JAV fizikas Robertas Endrius Milikenas (*Millikan*) (1868–1953) ištyrė atomo elektrono elektros įkrovos dydį. XX a. pradžioje išrastos naujos našesnės Žemės gelmių eksploatacijos technologijos. JAV chemikas Viljamas Bertonas (*Berton*) (1865–1954) 1912 m. išrado naftos perdirbimo būdą – krekingą. Tarpukario laikotarpiu buvo išrastos ir pradėtos taikyti plastikų (neilono, polivinilchlorido, polietileno), paviršiaus aktyviųjų medžiagų (ploviklių), sintetinio kaučiuko, kitų cheminių medžiagų gamybos technologijos. 1926 m. užpatentuota cheminių medžiagų ir preparatų aerozolių gamyba, 1930 m. atlikta pirmojo fluoro angliavandenilio – freono sintezė, 1939 m. pagamintas pirmasis aerozolio balionėlis. Taigi žmonija, siekdama vis didesnio gyvenimo komforto ir nesuvokdama visų padarinių, ruošė prielaidas negrįžtamiems neigiamiems gamtos pokyčiams. Tačiau pažymėtina, kad dar 1910 m. JAV chemikas Frederikas Kotrelas (*Cotrel*) (1877–1948) sukūrė elektrostatinį filtrą išmetamajam orui nuo dulkių valyti.

Iš pateiktų duomenų išeina, kad pagrindiniai mokslinės techninės revoliucijos požymiai yra nepaliaujamas gamtos išteklių naudojimas ir nekontroliuojamas visuotinis aplinkos komponentų teršimas. Technikos ir technologijos pažanga leido labai padidinti produktų, tarp jų vartojimo prekių, gamybos pajėgumus. Industrinė visuomenė tapo vartotojų visuomenė. Tačiau bet kuris sukurtas produktas ilgainiui tampa atlieka. Teigiama, kad jau po vienerių naudojimo metų atliekomis tampa net pusė pagamintų produktų. Atliekomis tampa ir 90 % žaliavų, naudojamų produktams gaminti. Milžiniški į aplinką išmetamų atliekų kiekiai tapo antropogeninės *reducentų krizės* priežastimi.

Energetinės revoliucijos etapas prasidėjo prieš 30–50 metų, jo pagrindiniai požymiai yra tokie:

- intensyvi gamtos energetinių išteklių eksploatacija, išgaunamų energetinių išteklių kokybiniai pokyčiai, atominės energetikos atsiradimas ir jos plėtra, naftos gavybos verslovių susijungimas į stambiuosius, tarp jų – į tarptautinius ūkinius

bei finansinius vienetus; kapitalo koncentracija, kuri leido pagal kartelinius susitarimus reguliuoti naftos gavybą, daryti įtaką jos kainai ir net sukelti dirbtinas energetines krizes;
- cheminis aplinkos komponentų teršimas ir žinomomis, ir naujai sintetintomis cheminėmis medžiagomis;
- intensyvi aplinkos fizikinė tarša (triukšmas, vibracija, jonizuojančioji ir nejonizuojančioji spinduliuotė);
- spartus atliekų rūšių ir jų kiekio didėjimas;
- pavojus ekologinei pusiausvyrai, atsiradęs dėl galimybių naudoti masinio naikinimo priemones, pasižyminčias milžinišku energetiniu potencialu ir toksiškumu, taip pat dėl avarijų branduolinės energetikos objektuose.

„Atominės energijos išlaisvinimas pakeitė viską aplink mus, išskyrus mūsų mąstymą, todėl mes veržiamės į sau lygių neturinčias katastrofas“ – 1955 m. rašė Albertas Einšteinas [7]. Anot prancūzų sociologo San Marko (*San Marc*), gamtinės erdvės deficitas ir jos trapumas tampa dramatiškiausia būsimo žmogaus ir jo išlikimo problema.

Energetinės revoliucijos padariniai sukėlė didelio masto ekologines katastrofas, negrįžtamą biologinės įvairovės nykimą, natūralaus kraštovaizdžio naikinimą, milžiniškų miestų ir globalinių ekologinių problemų atsiradimą, ekologinės kilmės ligų, tarp jų streso būsenų, psichikos, kraujotakos, medžiagų apykaitos, alerginių ligų, piktybinių navikų paplitimą, geriamojo vandens išteklių išsekimą, tolesnę gamtos išteklių degradaciją, taip pat antropogeninę *termodinaminę krizę*.

Globalinė ekologinių sistemų stabilumo krizės etapo, kuris vyksta dabartiniu metu, pagrindiniai požymiai: vis spartėjanti urbanizacija, maisto išteklių stygius ir genetiškai modifikuotų organizmų sukūrimas ir genetiškai modifikuotų produktų gamybos plėtojimas, aplinkai pavojingų technologijų ir pavojingųjų atliekų eksportas į ekonomiškai neišsivysčiusias ir besivystančias šalis, lokalinių ekologinių konfliktų atsiradimas ir ekologiškai motyvuota gyventojų migracija.

Pagrindinės šiuolaikinės ekologinės problemos, jų tendencijos ir prognozės iki 2030 m. yra tokios:
- natūraliųjų ekosistemų plotų mažėjimas, kuris kasmet sudaro 0,5–1,0 %, beveik visiškas jų galimas išnykimas sausumoje;
- šiltnamio dujų koncentracijų pokyčiai atmosferoje, jų padidėjimas iki 1–2 %, tolesnis šiltnamio dujų koncentracijų didėjimas dėl biotos irimo;
- ozono sluoksnio nykimas, jo plonėjimas kasmet 1–2 %, ozono skylių plotų didėjimas;
- miškingų teritorijų mažėjimas, tropinių miškų plotų sumažėjimas nuo 18 mln. km^2 1990 m. iki 9–11 mln. km^2 2030 m.
- technogeninis dykumų plotų didėjimas, vidutiniškai per 60 tūkst. km^2 kasmet, išliekant šiai tendencijai ateityje dėl drėgmės stokos dirvožemyje ir jo tolesnio teršimo;

- dirvožemio degradacija, jos erozija, druskėjimas, rūgštėjimas, teršalų kaupimasis, derlingumo mažėjimas;
- vandens lygio kilimas vandenynuose 1–2 mm per metus, galimas šio proceso spartėjimas iki 7 mm per metus;
- stichinių nelaimių, technogeninių katastrofų daugėjimas 5–7 % per metus, nuostolių didėjimas 10–15 % per metus, aukų skaičiaus didėjimas 6–12 % per metus;
- biologinių rūšių išnykimas;
- gruntinio ir požeminio vandens išteklių išsekimas, į aplinką išleidžiamų nuotekų kiekio ir teršimo šaltinių didėjimas, kitų neatsikuriančių gamtos išteklių išsekimas;
- teršalų kaupimasis aplinkos komponentuose ir gyvuosiuose organizmuose, jų migracija per mitybines (trofines) grandis;
- gyvenimo kokybės blogėjimas, tolesnis ekologinės kilmės ligų plitimas, ypač besivystančiose šalyse ir tankiai apgyvendintose aglomeracijose.

Stabilizuojamojo technogeninio poveikio ir ekologinio planavimo etapo, kuris prasidėjo XX a. antrojoje pusėje, pagrindiniai **požymiai**:

- nacionalinės ir tarptautinės aplinkos apsaugos teisės aktų sistemos sukūrimas, jos tobulinimas bei jų įgyvendinimo mechanizmų tobulinimas;
- aplinkos apsaugos problemų sprendimo institucinių išteklių ir administracinių gebėjimų stiprinimas bei jų veiklos veiksmingumo vertinimas;
- ekonominių svertų, skatinančių tausojamąjį gamtos išteklių, atsinaujinančių energijos šaltinių naudojimą, geriausių technologijų ir gamybos būdų taikymą, sukūrimas ir jų įgyvendinimas;
- aplinkos ir sveikatos informacinių sistemų sukūrimas;
- prioritetinių krypčių mokslo tiriamųjų darbų plėtra;
- tarpvalstybinio bendradarbiavimo aplinkos apsaugos ir visuomenės sveikatos išsaugojimo srityse sistemos sukūrimas;
- tarptautinių – globalinių ir regioninių – konvencijų ir tarpvalstybinių susitarimų priėmimas, strateginio ekologinio planavimo ir darnaus vystymosi koncepcijų sukūrimas ir atitinkamų strateginių dokumentų rengimas;
- nacionalinio ir vietinio lygmens valdžios bei valdymo institucijų bendradarbiavimas, formuojant politiką ir įgyvendinant strategijas, programas bei priemonių planus aplinkos apsaugos bei visuomenės sveikatos išsaugojimo ir stiprinimo srityse;
- visuomenės švietimas, informavimas, mokymas ir jos įtraukimas į aktualių aplinkos apsaugos problemų sprendimą, nevyriausybinių organizacijų ir judėjimų veiklos finansinis rėmimas bei jų veiklos skatinimas.

Stabilizuojamasis pasaulio visuomenės ir aplinkos sąveikos etapas pasižymi daugelio šalių mokslininkų, autoritetingų politikų, meno atstovų organizuotais judėjimais, siekiančiais išsaugoti aplinką būsimoms žmonijos kartoms. Pagrindą šiems judėji-

mams padėjo 1968 m. įsteigtas Romos klubas, vėliau 1984 m. Jungtinių Tautų įsteigta „Aplinkos ir vystymosi komisija“, kuri 1987 m. parengė išsamią esamos situacijos ataskaitą, pavadintą *„Our Common Future“* („Mūsų bendroji ateitis“) [8]. Paskutiniame XX a. dešimtmetyje Rio de Žaneire įvyko pasaulinė konferencija, kurioje buvo nubrėžti XXI a. darnaus vystymosi tikslai – *„Agenda 21“*.

Įgyvendinus stabilizuojamojo technogeninio poveikio ir ekologinio planavimo etapo siekius, būtų išspręstos svarbiausios pasaulio žmonių bendrijos ir atskirų šalių darnaus vystymosi problemos. Pavyktų visiškai suderinti tolesnius technikos ir technologijos pažangos laimėjimus bei aplinkos apsaugos išsaugojimo reikalavimus. Bet kurios naujos technologijos įgyvendinimas turi būti įvertintas jos galimo poveikio aplinkai ir visuomenės sveikatai aspektais. Tas įvertinimas turi apimti ir teigiamą, ir neigiamą poveikį, atsižvelgiant į trumpalaikio ir ilgalaikio poveikio ypatumus. Naujų technologijų atsiradimas daugiausia siejamas su naujų cheminių medžiagų sintetinimu ir jų bei naujų cheminių preparatų gamyba. Todėl darnus vystymasis yra neįmanomas be tobulos cheminių medžiagų valdymo sistemos sukūrimo ir jos įgyvendinimo visose pasaulio šalyse. Kartu turi būti įgyvendintos visos Konvencijos ir tarptautiniai susitarimai, susiję su pavojingųjų cheminių medžiagų gamyba ir jų tiekimu į rinką.

Kita tolesnio darnaus visuomenės vystymosi problema yra neatsikuriančių gamtos energijos išteklių tausojamasis naudojimas, naujų energijos išteklių šaltinių atradimas, jų techninis ekonominis ir aplinkosauginis įvertinimas, natūralaus kraštovaizdžio, biologinės įvairovės išsaugojimas. Šią problemą padės išspręsti reguliuojamoji urbanizuotų teritorijų plėtra, šalių ir atskirų jų regionų bei aglomeracijų plėtros pasekmių strateginis vertinimas. Planuojant naują ūkinę veiklą vis daugiau dėmesio bus skiriama skirtumams tarp skirtingų regionų mažinti, teikiant prioritetus mažiau išsivysčiusių regionų techninei bei ekonominei plėtrai.

Rengiant vystymosi strategijas, vis daugiau dėmesio skiriama susijusių globalinių iššūkių moksliniam nagrinėjimui, tiriant klimato kaitos priežastis, šio globalinio reiškinio pasekmes, tarp jų – užkrečiamųjų ligų plitimui ir kitiems poveikio visuomenės sveikatai aspektams. Vienas pagrindinių globalinių iššūkių tolesniam darniam vystymuisi yra vis didėjanti gėlojo, tinkamos kokybės vandens ir maisto produktų stoka daugelyje besivystančių pasaulio šalių. Su šia problema yra glaudžiai susietos ir kitos globalinės problemos, pvz., genetiškai modifikuotų produktų naudojimo pasekmės gyventojų sveikatai.

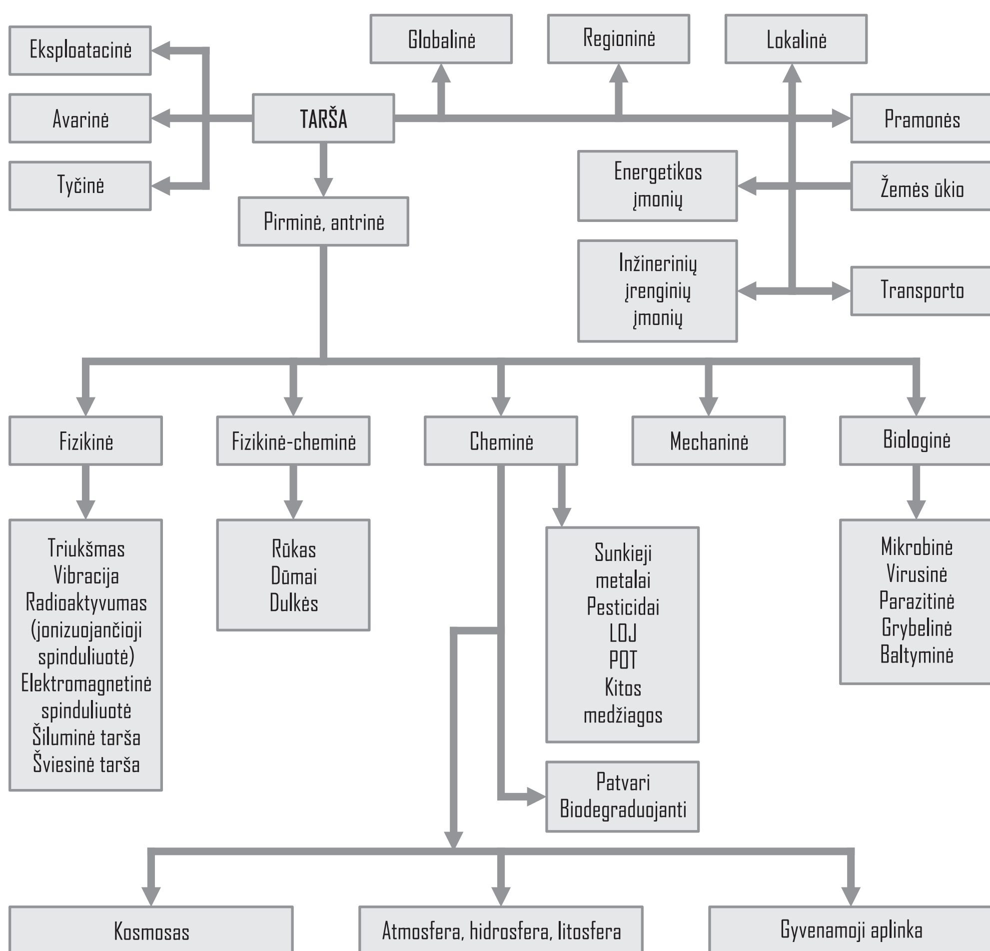
Techninė ir technologinė plėtra lemia būtinybę riboti akustinio triukšmo ir elektromagnetinės spinduliuotės poveikį. Ypač daug dėmesio skiriama naujų elektroninių ryšių priemonių ir naujų informacijos technologijų įgyvendinimo padariniams vertinti.

Mokslininkų, nagrinėjančių gamtos tausojamojo vystymosi problemas, dėmesį vis daugiau patraukia technogeninė įtaka tokiems gamtiniams reiškiniams, kaip žemės drebėjimai, uraganai, cunamiai, jų dažniui, stipriui, galimybėms prognozuoti išvardytų gamtinių reiškinių atsiradimo laiką, vietą ir pasekmių mastą.

1.2. Antropogeninė tarša ir pokyčiai geosferose

Antropogeninius teršalus galima suskirstyti į: įmonių, transporto priemonių išmetamuosius teršalus (dujos, aerozoliai, kietosios dalelės), technologines ir gyvenviečių nuotekas, pavojingąsias ir buitines atliekas. Teršalai yra pasklidę visose geosferose – atmosferoje, ypač jos apatiniame sluoksnyje – troposferoje, viršutiniame litosferos sluoksnyje (dirvožemyje), hidrosferoje (paviršiniuose ir požeminiuose vandens telkiniuose, gruntiniame vandenyje).

Antropogeninių veiksnių klasifikacija pateikta 1.2 pav., kuriame jie suskirstyti pagal prigimtį, pobūdį, pasklidimo mastą ir kitus požymius.



1.2 pav. Antropogeninės aplinkos taršos klasifikacija, modifikuota pagal N. Reimersą [2]

Mechaninė aplinkos tarša – tai išmetimas į aplinką dulkių, kitų kietųjų dalelių, kurių buvimas aplinkoje nėra susijęs su cheminio ar fizinio pobūdžio pasekmėmis. Fizikiniai veiksniai suskirstomi į šiluminę, triukšminę, elektromagnetinę, jonizuojančiosios spinduliuotės, šviesinę taršą. Antropogeninė cheminė tarša gali būti susijusi su sunkiųjų metalų, pesticidų, kitų cheminių medžiagų grupių bei pavienių cheminių medžiagų patekimu į aplinką. Antropogeninis poveikis geosferoms pagal pasklidimo mastą skirstomas į globalinį, apimantį visas Žemės geosferas, regioninį, apimantį vieną Žemės kontinentą, ir lokalinį, apimantį vienos geografinės vietovės geosferas. Globalinio antropogeninio poveikio pasekmės daro įtaką visų mūsų planetos gyventojų aplinkos kokybei ir kelia riziką jų sveikatai. Mažesnio masto antropogeninis poveikis gali kelti riziką vieno regiono arba vienos aglomeracijos gyventojų sveikatai.

Pagrindiniais atmosferos globaliniais teršalais laikomi anglies dvideginis, sieros ir azoto oksidai, kietosios dalelės. Globaliniai atmosferos antropogeniniai pokyčiai taip pat yra siejami su stratosferos ozono sluoksnį ardančiomis dujomis – metanu, freonais. Globalinį mastą gali įgauti branduolinių avarijų, branduolinio ginklo bandymų arba jo naudojimo karo tikslams padariniai. Suprantama, kad tokio ginklo, taip pat cheminio ir bakteriologinio, naudojimas paveiktų ne vien atmosferą, bet ir kitas geosferas.

Tarša taip pat skirstoma pagal jos paplitimą skirtingose geosferose, skvarbą (paviršinė, giluminė), poveikio trukmę (trumpalaikė, ilgalaikė, periodinė, sezoninė, nuolatinė), intensyvumą (nedidelė, nuosaiki, raiški, pavojinga), teršalų poveikio aplinkai ir žmonių sveikatai ypatumus (ūminis, lėtinis, atokus poveikis).

Šiame skyrelyje nagrinėjami klausimai, susiję su geosferų – atmosferos, hidrosferos ir litosferos – antropogenine chemine tarša.

Atmosferą vadiname Žemę gaubiantį dujų sluoksnį, kurį sudaro troposfera, stratosfera, mezosfera, termosfera ir egzosfera. Kiekvienos sferos viršutinė riba vadinama pauze. Žemės biotos gyvybinėms funkcijoms užtikrinti naudojamas troposferos oras, kuris, beje, teršiamas daugiausiai. Iš visų atmosferoje esančių dujų didžiausią reikšmę gyviesiems organizmams turi deguonis, anglies dvideginis, ozonas ir vandens garai. Deguonies pasisavinimas iš aplinkos oro užtikrina vieną svarbiausių žmogaus organizmo fiziologinių funkcijų – dujų apykaitą, kuri tarp aplinkos oro ir kraujyje esančių dujų vyksta plaučių alveolėse. Jų plaučiuose yra daugiau kaip 700 milijonų. Alveolių skersmuo sudaro 0,2 mm, jų sienelės, kurių storis siekia vos 0,04 mm, apraizgytos smulkių kraujo kapiliarų tinklu. Bendras alveolių sienelių plotas siekia 90 m^2. Alveolių oro sudėtis skiriasi nuo aplinkos oro sudėties. Jame yra 5–6 % anglies dvideginio, 13,5–15 % deguonies, apie 80 % azoto, santykinis drėgnis siekia 100 %. Deguonis iš plaučių į kraują patenka dėl parcialinio slėgio skirtumo. Į ramybės būklės žmogaus kraują kas minutę patenka 300 ml deguonies. Vienąkart normaliai įkvėpus, į plaučius patenka 500 ml oro, per parą žmogus sunaudoja 20 m^3, arba apie 26 kg, oro. Per plaučius praleidžiamo oro kiekis priklauso nuo žmogaus amžiaus, fizinio pasirengi-

mo, sveikatos būklės, tačiau daugiausia – nuo atliekamo darbo pobūdžio. Sunkaus fizinio darbo metu plaučių ventiliacija gali padidėti 8–10 kartų. Kai aplinkos ore yra sveikatai kenksmingų priemaišų, dirbant sunkų fizinį darbą arba sportuojant užterštoje aplinkoje, jų į organizmą patenka daug daugiau. Žinant teršalų koncentraciją aplinkos ore ir žmogaus plaučių ventiliacijos rodiklius, nesudėtinga apytikriai apskaičiuoti į kvėpavimo takus patenkančio teršalo kiekį:

$$T_D = Į \times V \times C \times t, \tag{1.4}$$

čia: T_D – į žmogaus kvėpavimo takus patenkančio aplinkos oro teršalo kiekis per tam tikrą laiką *t*; *Į* – įkvėpimų skaičius per min; *V* – įkvėpiamo oro tūris per 1 min, atsižvelgiant į fizinio darbo sunkumą, m^3; *C* – aplinkos oro teršalo trumpalaikė arba vidutinė ilgalaikė koncentracija, mg/ m^3; *t* – laiko tarpsnis, min.

Iš plaučių alveolių į kraujo srautą patenkančio teršalo kiekis, jo absorbcija taip pat priklauso nuo teršalo fizikinių cheminių savybių – jo molekulinės masės, cheminio aktyvumo (reaktingumo), tirpumo vandenyje, biologiniuose skysčiuose, tarp jų – kraujyje, dujinio teršalo parcialinio slėgio alveolių ore ir kraujyje skirtumo, kietųjų dalelių dydžio ir kt. Dujos, kurios gerai tirpsta vandenyje, taip pat pasižyminčios dirginančiu poveikiu (azoto oksidai, amoniakas, vandenilio chloridas ir kt.), iš dalies absorbuojasi į kraują per viršutinių kvėpavimo takų (gerklų, trachėjos) gleivinę. Absorbavusio viršutiniuose kvėpavimo takuose dujinio teršalo kiekis taip pat priklauso nuo įkvepiamo oro srauto greičio, kuris trachėjoje sudaro 0,9–1,5 m/s.

JT duomenimis, pasaulio šalių ūkinėje veikloje naudojama apie 500 tūkst. cheminių medžiagų. Labiausiai paplitę aplinkos oro teršalai yra azoto oksidai, kurių išmetama apie 500 mln. t per metus, sieros oksidai (apie 160 mln. t per metus). Į aplinką kasmet patenka 200 mln. t anglies oksidų, apie 250 mln. t dulkių, 120 mln. t pelenų, 50 mln. t angliavandenilių. Daugiau kaip pusė visų į aplinkos orą išmetamų teršalų tenka ekonomiškai išsivysčiusioms bei sparčiais tempais besivystančioms šalims, tarp jų Jungtinėms Amerikos Valstijoms – 23 %, Kinijai – 13,9 %, Rusijai – 7,2 %, Japonijai – 5 %, Vokietijai – 3,8 % [9]. Anot vadovėlio „Aplinkos apsauga“ autorių (P. Baltrėnas ir kt.), 62 % visų teršalų į aplinkos orą išmeta autotransportas, 27 % – pramonės įmonės, 11 % – šiluminės ir elektros jėgainės [10]. Dėl teršalų emisijų oro kokybė įvairiose vietovėse labai skiriasi. 1.1 lentelėje pateikti vokiečių autorių Dietero Heinricho ir Manfredo Hergto duomenys apie aplinkos oro didžiausias ir vidutines metines teršalų emisijas skirtingos paskirties teritorijose, t/km^2 [11].

Kaip matyti iš 1.1 lentelėje pateiktų duomenų, saugomose teritorijose vidutinės metinės teršalų emisijos yra labai mažos, siekiančios 0,2–1 t/km^2 per metus. Urbanizuotose teritorijose sieros dioksido, azoto oksidų didžiausios emisijos siekia 400–1 500 t/km^2 per metus.

1.1 lentelė. Aplinkos oro kokybės duomenys atsižvelgiant į teritorijų paskirtį [11]

Teritorijos paskirtis	Aplinkos oro teršalas							
	SO_2		NO		NO_2		Ozonas	
	Teršalų emisijos rodiklio vertė, t/km^2							
	vidutinė metinė	didžiausia	vidutinė metinė	didžiausia	vidutinė metinė	didžiausia	vidutinė metinė	didžiausia
Saugomos teritorijos	0,5	–	0,2	–	1	–	–	–
Rekreacinės teritorijos, kurortai	5	100	1	–	5	30	80	180
Kaimo vietovės	20	300	2	–	10	80	–	–
Miestų gyvenamieji rajonai	70	1 000	40	800	40	400	30	300
Didžiųjų miestų centrai	140	1 500	50	1 200	80	800	30	400

Pastaba. Lentelės autoriai neaiškina žymės „–“, manytina, kad ji reiškia atitinkamų duomenų nebuvimą.

Anglies dvideginio išsiskyrimo pagrindiniai antropogeniniai šaltiniai – kietąjį, skystąjį bei dujinį kurą deginančios šiluminės elektrinės, metalurgijos, metalo apdirbimo įmonės, stambūs gyvulininkystės kompleksai, transporto priemonės. Dėl antropogeninės veiklos į aplinkos orą patenka 20 mlrd. t anglies dvideginio dujų. Išskirtas anglies dvideginis šalinamas iš aplinkos oro. Šie procesai susiję su augalijos fotosinteze, šių dujų ištirpimu jūrų vandenyje. Patekęs į atmosferą anglies dvideginis išlieka vidutiniškai 2–4 metus ir plačiai pasklinda po visą Žemės paviršių, tapdamas aplinkos oro dalimi. Šios dujos, be kita ko, pasižymi savybe sulaikyti ir grąžinti į troposferą infraraudonuosius spindulius. Įšilusios troposferos dujos sukelia globalinę ekologinę problemą – klimato šiltėjimą. Mokslininkų duomenimis, ryškūs klimato pokyčiai ima reikštis, kai anglies dvideginio koncentracija atmosferoje siekia 0,06 tūrio procento. Prognozuojama, kad jeigu išskiriami anglies dvideginio kiekiai ir toliau didės, jo kritinė koncentracija aplinkos ore susidarys jau 2050 m. Stabilizavus anglies dvideginio emisiją, 0,06 tūrio procento šios priemaišos aplinkos ore galima

tikėtis 2200 metais. Tačiau jeigu pasaulio šalių bendromis pastangomis pavyktų tolydžio mažinti atmosferos teršimą anglies dvideginio dujomis, su juo susijusi ekologinė katastrofa ištiktų Žemę ne anksčiau kaip 3000 m. [12].

Pagrindiniai **sieros dvideginio** (SO_2) išmetimo į aplinkos orą technogeniniai aplinkos oro teršimo šaltiniai – anglių ir naftos produktų deginimas energetikos, metalurgijos pramonės įmonėse, vidaus deginimo automobilių varikliuose. Pasauliniu mastu iš antropogeninių šaltinių į atmosferą sieros dvideginio patenka 20–30 kartų daugiau nei iš natūraliųjų šaltinių. Sieros dvideginio dujos išbūna nepakitusios aplinkos ore vidutiniškai ne ilgiau kaip 2 savaites, jos nepasklinda globaliu mastu, todėl laikomos regioniniu teršalu, sklindančiu iki 1 500 km atstumu. Kartu su sieros dvideginiu į aplinkos orą gali būti išmetamos ir kitos rūgštinės dujos: vandenilio chloridas (HCl), vandenilio fluoridas (HF), azoto dvideginis (NO_2). Tačiau vandenilio chlorido ir vandenilio fluorido išmetamosios dujos traktuojamos kaip lokaliniai teršalai. Sieros dvideginis, susimaišęs su atmosferoje esančiais vandens garais, pavirsta sieros rūgštimi. Šis teršalas yra vienas pagrindinių teršalų pernašų komponentų.

Sieros dvideginio pernašos per skirtingų šalių sienas gali skatinti šalių, „eksportuojančių“ ir „importuojančių“ teršalus, ginčus. Europoje sieros dvideginį ir kitus technogeninius aplinkos oro teršalus „eksportuoja“ Danija, Olandija, Belgija, Didžioji Britanija, Vokietija, Prancūzija. O Norvegija, Švedija, Suomija, Austrija, Šveicarija daugiau gauna teršalų iš kaimyninių šalių, nei išmeta joms per savo valstybines sienas. W. Jedrichowskio ir J. Goldsmitho duomenimis, į Lenkijos teritoriją vien 1988 m. sieros dvideginio pernašos iš kitų šalių sudarė 990 tūkst. t, iš to skaičiaus 57,0 % – iš Vokietijos, 24,8 % – iš Čekijos ir Slovakijos, 5,5 % – iš Vengrijos, taip pat iš Didžiosios Britanijos, Prancūzijos ir kitų šalių. Sieros dvideginio pernašos iš Lenkijos, kurių tais pačiais metais buvo 984 tūkst. t, daugiausia siekė buvusios Sovietų Sąjungos teritorijas (52,6 %), Čekiją ir Slovakiją (12,8 %), Skandinavijos šalis (9,8 %), taip pat Rumuniją, Vokietiją, Vengriją [13]. Iš pateiktų duomenų išeina, kad teršalų pernašai tarp gretimų valstybių būdingas tarpusavio „mainų“ pobūdis.

Neištirpęs atmosferos vandens garuose sieros dvideginis nusėda žemės paviršiuje nedideliu atstumu nuo taršos šaltinio. Rūgštieji teršalai gali būti neutralizuojami, kai į aplinkos orą tuo pačiu metu išmetamos kietosios dalelės, į kurių sudėtį įeina šarminių žemių metalų arba šarminių metalų hidroksidų dulkių. Taip pat iš aplinkos oro jie gali būti pašalinami sningant arba išplaunami lyjant lietui. Krituliai, kuriuose yra ištirpusių rūgščiųjų medžiagų, traktuojami kaip rūgštieji lietūs. Vandenilio jonų koncentracija (pH) rūgščiųjų lietų vandenyje yra 5,6. O kritulių, kurie žemės paviršių pasiekdavo prieš tūkstančius metų, rūgštingumas (pH) sudarė 6,0–7,6.

Britų chemikas R. Smitas dar prieš 100 metų nustatė rūgščiųjų kritulių poveikį augalijai, akmens ir metaliniams paviršiams. XX a. viduryje ir paskutiniame ketvirtyje kritulių (pH) Vakarų Europos šalyse, Jungtinėse Amerikos Valstijose, Japonijoje vidutiniškai siekė 4,0–4,5, o Škotijoje – net 2,4. Lietuvoje iškrintantys krituliai taip

pat pasižymi rūgščiąja reakcija. Remiantis daugiamečiais kritulių stebėjimais konstatuojama, kad į Lietuvos teritorijos didesnę dalį iškrintančių kritulių rūgštingumo (pH) dydis sudaro 4,5–4,6. Tai yra sietina su atmosferos teršalų tolimų pernašų iš gretimų Vakarų, taip pat Šiaurės šalių įtaka kritulių rūgštėjimui.

Cheminių teršalų transformacijos procesai atmosferoje išnagrinėti G. Felinbergo, L. Goldovskajos ir J. Sitonytės monografijose [12, 14, 15].

Sieros dvideginis, jungdamasis su vandens radikalu $OH^{\bullet}$, virsta sieros rūgštimi:



$$SO_2 + 2OH^{\bullet} \rightarrow H_2SO_4. \quad (1.5)$$

Atmosferoje esantis sieros dvideginis gali reaguoti su ozonu:



$$SO_2 + O_3 \rightarrow SO_3 + O_2. \quad (1.6)$$

Sieros dvideginio reakcijos su atmosferos vandeniu rezultatas – susidariusi sulfito rūgštis:



$$SO_2 + H_2O \leftrightarrow H^+ + HSO_3^- \leftrightarrow 2H^+ + SO_3^{2-}. \quad (1.7)$$

Sieros dvideginis vandens garų įsotintoje aplinkoje (debesyse) transformuojasi į sulfito rūgštį, kuri savo ruožtu gali reaguoti su atmosferos ozonu (1.8) arba su vandenilio peroksidu (1.9).



$$HSO_3^- + O_3 \rightarrow SO_4^{2-} + H^+ + O_2, \quad (1.8)$$



$$HSO_3^- + H_2O_2 \rightarrow SO_4^{2-} + H^+ + H_2O. \quad (1.9)$$

Sieros dvideginiui paversti sieros rūgštimi ypač didelę įtaką daro drėgni Atlanto vandenyno vėjai, pučiantys į kontinentą žiemą.

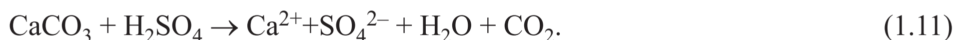
Tiek anglies dvideginis, tiek sieros dvideginis, būdami technogeniniais atmosferos teršalais, daro ardomąjį poveikį statinių metalo konstrukcijoms, fasadų apdailos medžiagoms, stiklo paviršiams. Lietaus vanduo, kuriame esama anglies dvideginio priemaišų, reaguoja su statinių kalkėmis:



$$CaCO_3 + CO_2 + H_2O \leftrightarrow Ca^{2+} + 2HCO_3. \quad (1.10)$$

Statinių fasadų tinko apdailoje esančios kalkės su aplinkos ore esančiu anglies viendeginiu reaguoja natūraliomis sąlygomis, kai lietaus vandens rūgštingumas (pH) yra ne mažesnis kaip 6,2. Tačiau kai statinių fasadus veikia rūgštieji lietūs, ardymo

procesai vyksta gerokai sparčiau. Sieros rūgštis, būdama pagrindiniu rūgščiųjų lietų komponentu, negrįžtamai suardo statinių elementus, kuriuose esama kalkių:



$$CaCO_3 + H_2SO_4 \rightarrow Ca^{2+} + SO_4^{2-} + H_2O + CO_2. \qquad (1.11)$$

Panašiai yra ardoma statinių marmuro apdaila bei kitos karbonatų turinčios statinių detalės. Pastatus ardo anglių dulkės bei suodžiai, kuriuose yra sieros junginių, daugiausia sulfatų. Dėl atmosferos kritulių rūgštėjimo, taip pat dulkių poveikio nukenčia pasaulinio masto architektūros paminklai – Atėnų Akropolis (Graikija), Kelno, Ulmo (Vokietijos Federacinė Respublika) bažnyčios, daugelis Romos, Venecijos (Italija), kitų Europos miestų istorinę reikšmę turintys pastatai. Veikiant rūgštiesiems krituliams, iš statinių betono, kitų statybinių konstrukcijų mineralinių medžiagų išplaunami ne tik karbonatai. Rūgštieji krituliai, kai jų rūgštingumas siekia 4,5–3,0, ardo silikatų turinčias statybines medžiagas. Ypač nukenčia senovinių bažnyčių ir kitų pastatų langų stiklas, kuriame yra šarminių metalų oksidų ir šarminių žemės metalų. Pastebėta, kad tie senovinių bažnyčių stiklai, kurie saugomi muziejuose, išsaugoti kur kas geriau nei tie, kuriuos veikia atmosferos veiksniai. Rūgščiųjų kritulių poveikio silikatams cheminė reakcija nusakoma (1.12) ir (1.13) lygtymis:



$$3KAlSi_3O_8 + 12H_2O + 2H^+ \rightarrow KAl_3Si_3O_{10}(OH)_2 + 6H_4SiO_4 + 2K^+, \qquad (1.12)$$



$$KAl_3Si_3O_{10}(OH)_2 + 18H_2O + 2H^+ \rightarrow 3KAl_2O_3(H_2O)_3 + 6H_4SiO_4 + 2K^+. \qquad (1.13)$$

Atmosferos krituliuose ištirpęs sieros dvideginis ardo metalines konstrukcijas. Dėl sulfito ir sieros rūgščių poveikio ant metalinių paviršių susidaro higroskopiško geležies sulfato plėvelė, kurios storis nuolat didėja. Geležies sulfatas, absorbuodamas iš aplinkos oro drėgmę ir pasižymėdamas rūgščia reakcija, toliau ardo metalinį paviršių ir skatina rūdžių sluoksnio formavimąsi:



$$2FeSO_4 + 0{,}5O_2 \rightarrow 2Fe(OH)SO_4. \qquad (1.14)$$

Rūgštieji krituliai pažeidžia organines medžiagas – popierių, audinius, odą. Veikiant rūgštims, vyksta organinių medžiagų stambiųjų molekulių hidrolizė, dėl to jos tampa trapios ir ilgainiui irsta. Siekiant apsaugoti senovines knygas, odos gaminius, aprangos eksponatus, juos reikia laikyti patalpose, į kurias tiekiamas lauko oras, apvalytas nuo sieros dvideginio.

Atmosferos sieros dvideginis, skatindamas susidaryti oksiduojančias medžiagas augalų lapuose, pažeidžia chloroplastų membranas ir dėl oksidacijos reakcijos nuspalvina augalų chlorofilą, lapai pagelsta. Sulfito rūgšties jonas HSO_3^- skatina vandenilio peroksido atsiradimą chloroplastuose. Vandenilio peroksidas skaido augalų lapų

organines riebiąsias rūgštis, sukeldamas lapų audinio nekrozę. Dėl sieros dvideginio poveikio sumažėja medžių pumpurų atsparumas šalčiui. Nustatyta, kad toksiškas sieros dvideginio poveikis augalams aktyviausias tamsiuoju paros laiku. Aiškinama, kad veikiant dienos šviesai, sulfito rūgšties jonas redukuojamas į merkaptogrupes SH^-, kurios dalyvauja augalų aminorūgščių – cisteino, metionino sintezėje. Taigi mažos sieros dvideginio koncentracijos gali būti net naudingos žaliojo augalo organizmui.

Azoto oksidų (NO_x) patekimo į aplinkos orą pagrindinis šaltinis – atmosferoje vykstantys elektros išlydžiai. Jų metu atmosferoje atsiranda azoto oksidas NO, kuris greitai pavirsta azoto dvideginiu – NO_2. Pagrindiniai išmetamų azoto oksidų antropogeniniai šaltiniai – automobilių transportas, elektrinės, pramonės, smulkiojo verslo įmonės ir namų valdos. Vokietijos Federacinės Respublikos Baden-Vürtenbergo žemės statistikos duomenimis, automobilių transportui tenka 64 % azoto oksidų išmetalų, elektrinėms – 18 %, pramonės įmonėms – 12 %, namų ūkiams ir smulkiojo verslo įmonėms 6 % [12]. Išmetamų azoto oksidų iš antropogeninių šaltinių kiekiai didėja, keičiant kietąjį bei skystąjį kurą į dujinį. Tankiai apgyvendintuose miestuose azoto oksidų koncentracijos aplinkos ore vertės siekia 0,8–1,2 mg/m^3. Kurui sudegant didesnėje kaip 1 000 °C temperatūroje, į aplinką išmetamos azoto oksido NO dujos, kuris, veikiant oro deguoniui, ozonui arba peroksido radikalams ($HO_2^\bullet$), oksidinamas į NO_2:



$$HOO^\bullet + NO \rightarrow OH^\bullet + NO_2. \qquad (1.15)$$

Naktį azoto dvideginis yra stabilus, tačiau dieną, veikiamas Saulės spindulių, kurių ilgis trumpesnis kaip 430 nm, redukuojamas iki azoto oksido:



$$NO_2 \xrightarrow{\lambda < 430\ nm} NO + O. \qquad (1.16)$$

Cheminės reakcijos metu išsiskyręs aktyvusis deguonis jungiasi su atmosferos molekuliniu deguonimi, reakcijoje nedalyvaujant inertinėms atmosferoje esančioms, tarp jų – azoto bei kitų inertinių dujų dalelėms:



$$O + O_2 + N_2 \rightarrow O_3 + N_2. \qquad (1.17)$$

Dėl atmosferoje vykstančios cheminės reakcijos susidaręs ozonas savo ruožtu reaguoja su automobilių transporto išmetamosiose dujose esančiais angliavandeniliais (alkanais, alkenais), taip darydamas įtaką fotocheminiam smogui formuotis. Iš visų į aplinkos orą išmetamų organinių medžiagų didžiausią įtaką aerozolių susidarymui daro nesotieji angliavandeniliai $(C_5H_8)n$. Užterštame aplinkos ore susidaręs ozonas reaguoja su angliavandeniliais, dėl reakcijos ore atsiranda aldehidų:



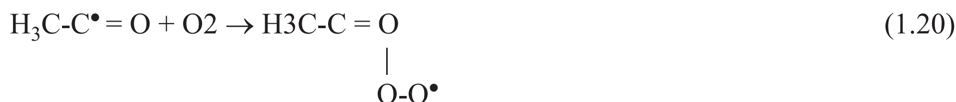
$$H_3\text{-}CH = CH_2 + O_3 \rightarrow H_3C\text{-}CH = O + HCO^\bullet + HO^\bullet. \qquad (1.18)$$

Pagal (1.18) lygtyje pateiktą cheminę ozono ir propeno reakciją į aplinkos orą išsiskiria aldehidas etanalis. Etanalis, veikiant atominiam deguoniui ir šviesai, virsta organiniu radikalu:



$$H_3C\text{-}CH = O + O \rightarrow H_3C\text{-}C^{\bullet} = O + HO^{\bullet}. \quad (1.19)$$

Organiniai radikalai, veikiant aplinkos oro deguoniui, virsta peroksidais:



$$H_3C\text{-}C^{\bullet} = O + O2 \rightarrow H3C\text{-}C(\text{-}O\text{-}O^{\bullet}) = O \quad (1.20)$$

Daugiausiai žinomas fotocheminio smogo komponentų, susidarančių dėl ozono reakcijų su automobilių išmetamaisiais angliavandeniliais, yra peroksiacetilnitratas ($CH_3COO_2NO_2$), sutrumpintai vadinamas PAN. Peroksiacetilnitratas – biologiškai aktyvi medžiaga, reaguojanti su įvairiomis organinėmis medžiagomis, tarp jų – žmogaus organizmo fermentais. Todėl PAN laikomas pavojingu žmonių ir gyvūnų organizmų sveikatai aplinkos oro teršalu. Į fotocheminio smogo sudėtį įeina ir kitos pavojingosios medžiagos – aldehidai, peroksidai, radikalai ir kt.

Azoto dvideginiui būdingos ir kitos cheminės reakcijos, dėl kurių atmosferoje gali atsirasti nitrito ir azoto rūgšties:



$$2NO_2 + H_2O \rightarrow HNO_2 + HNO_3, \quad (1.21)$$



$$NO_2 + OH^{\bullet} \rightarrow HNO_3. \quad (1.22)$$

Visų pateiktų cheminių reakcijų produktai gerai tirpsta vandenyje, todėl jie kartu su rūgščiaisiais krituliais iškrinta ant žemės paviršiaus.

Dėl azoto dvideginio dujų poveikio augalų lapai, taip pat spygliai keičia spalvą – jie pagelsta, atsiranda rudų dėmių. Augalų ląstelėse atsiradusi nitrito rūgštis pažeidžia genetines augalų struktūras. Augalų augimo sutrikimai pasireiškia azoto dvideginio koncentracijos vertei aplinkos ore pasiekus 0,35 mg/m^3. Tačiau mažesnės azoto dvideginio koncentracijos aplinkos ore yra net naudingos augalų vystymuisi. Augalų lapų chloroplastuose azoto dvideginis redukuojamas į amino grupę (H_2N) turinčius junginius, dalyvaujančius aminorūgščių ($H_2NRCOON$) biosintezėje. Taigi azoto dvideginis, patekdamas į augalus mažais kiekiais, gali būti traktuojamas kaip trąšos.

Žmogaus organizmas negali panaudoti atmosferoje esančių azoto oksidų aminorūgštims sintetinti, todėl net nedidelės šių teršalų koncentracijos aplinkos ore kenkia žmonių sveikatai. Azoto oksido (NO) dujos, patekusios į aplinkos orą su išmetamaisiais teršalais, yra nestabilios, todėl jų buvimą aplinkoje galima konstatuoti tiktai nedideliu atstumu nuo teršalų išmetimo šaltinio. Azoto oksido dujos, patekusios į žmogaus organizmą, jungiasi su kraujo hemoglobinu. Šios reakcijos metu susidaro

nestabilus nitrozojunginys (RNO), kuris transformuojasi į methemoglobiną (MtHB). Jame geležies jonas F^{2+} tampa jonu F^{3+}. Toks geležies jonas nesugeba jungtis su kvėpuojamojo oro deguonimi ir netenka pagrindinės fiziologinės funkcijos – aprūpinti deguonimi organizmo audinius. Patologinėje fiziologijoje hemoglobino pavertimas methemoglobinu vadinamas methemoglobinemija. Kai 60–70 % hemoglobino pavirsta į methemoglobiną, kyla pavojus žmogaus gyvybei.

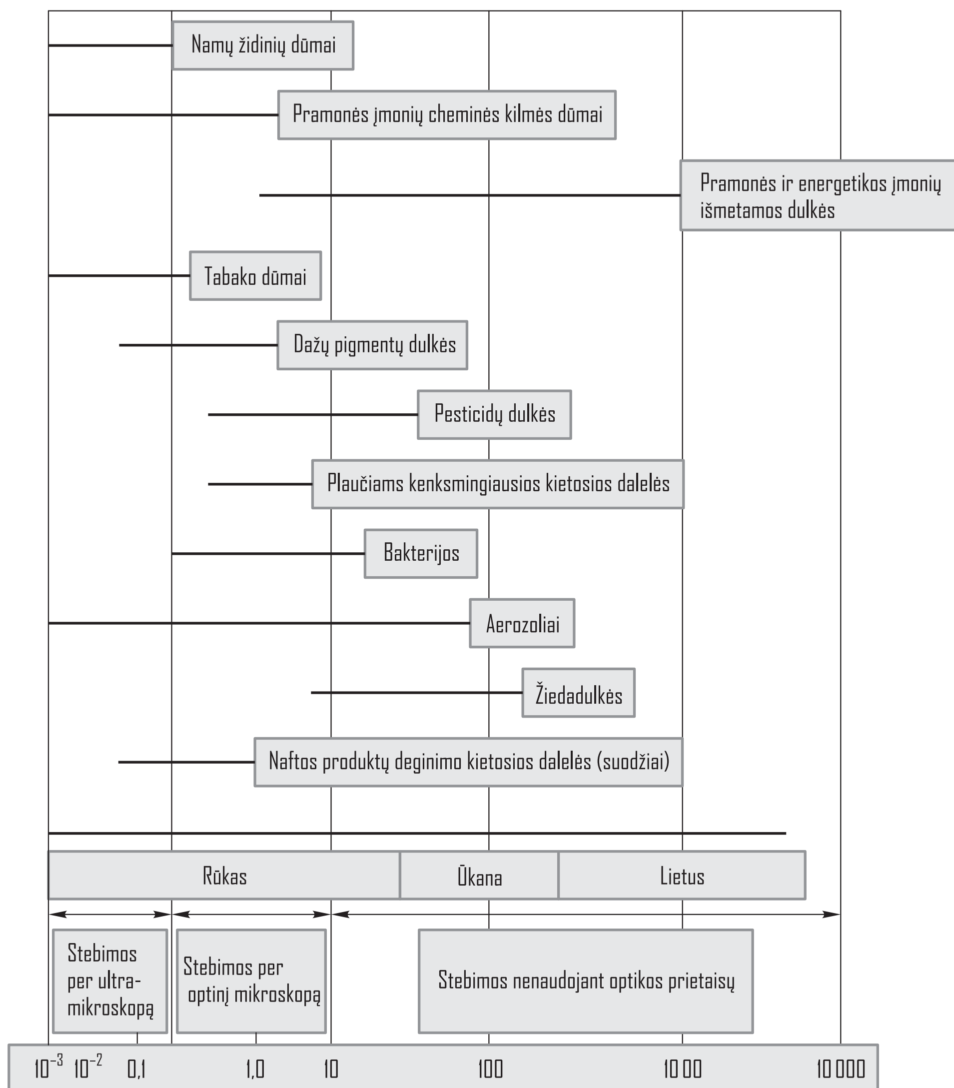
Išmetamosiose dujose, tolstančiose nuo teršalų išmetimo šaltinio, ima vyrauti azoto dvideginis. Šis aplinkos oro teršalas, kontaktuodamas su drėgnu kvėpavimo takų gleivinių paviršiumi, virsta nitrito ir azoto rūgštimis, kurios ėsdina plaučių alveolių sieneles. Jos tampa pralaidžios pritekančio į plaučius kraujo serumui. Įkvėptas į plaučius oras, susimaišęs su alveolėse atsiradusiu skysčiu, sudaro putas. Joms susikaupus alveolėse, apsunkinama dujų apykaita, azoto dvideginiu apsinuodijęs žmogus gali žūti dėl plaučių edemos. Azoto dvideginio koncentracija, galinti kelti pavojų žmonių gyvybei, gali būti patalpų ore. Atmosferoje tokia koncentracija gali susidaryti įvykus didelei technogeninei avarijai. Tačiau didžiųjų miestų aplinkos ore šio teršalo koncentracija gali siekti 0,4–0,8 mg/m^3, o smogo metu – net 1,0 mg/m^3.

Pažymėtina, kad sieros ir azoto dvideginio dujos, veikdamos kartu, smarkiai pažeidžia miškų masyvus. Pagrindiniai medžių nykimo požymiai – lapų ir spyglių rūdijimas, nukritimas, lajų retėjimas, medžių augimo sulėtėjimas, atsparumo sumažėjimas biologinių veiksnių (bakterijų, virusų, grybelių) poveikiui. Miškai taip pat pažeidžiami rūgštėjant dirvožemiui dėl rūgščiųjų kritulių poveikio. Rūgščiajame dirvožemyje neišgyvena bakterijos, fiksuojančios azotą, sumažėja dirvožemį purenančių kirminų. Visa tai pablogina medžių apsirūpinimą maistingomis dirvožemio medžiagomis ir skatina jų nykimą. Padidėjus dirvožemio rūgštingumui, padidėja sunkiųjų metalų druskų tirpumas skystoje dirvožemio fazėje ir jų skverbtis į augalus. Aktualus poveikio aplinkai ir visuomenės sveikatai aspektas yra atmosferos užterštumas lakiosiomis organinėmis medžiagomis, tarp jų – benzenu, lakiaisiais fluorintaisiais ir chlorintaisiais angliavandeniliais (freonais).

Dulkės ir aerozoliai. Dulkės – tai mažos kietosios dalelės, mažesnės kaip 75 µm skersmens, kurios, savo sunkio veikiamos, nusėda arba gali kurį laiką būti pakibusios. Aerozoliu laikoma sistema iš smulkiųjų kietųjų dalelių, skystųjų dalelių arba kietųjų ir skystųjų dalelių mišinio. Aerozoliai skirstomi į miglą, dūmus ir rūkus. Į rūko sudėtį įeina kondensavusių oro vandens garų lašelių, ištirpusių vandenyje cheminių oro priemaišų ir biologinių kūnų. Deginant anglis, į aplinkos orą išmetami pelenai ($CaSiO_3$), suodžiai (C), metalų oksidai (CaO, FeO, Fe_2O_3). Kiti technologiniai procesai, lydimi aukštos temperatūros, yra susiję su išmetimu į aplinką kietųjų dalelių, susidedančių iš kelių elementų, tokių kaip magnis, aliuminis, baris, natris, siera, varis, švinas, cinkas ir kiti.

Rūko dalelių dydis – 0,2–1 µm. Dūmų aerozolis susideda iš labai smulkių kietųjų dalelių, kurių dydis – nuo 0,001 iki 0,1 µm. Duomenys apie aplinkos orą teršiančių kietųjų dalelių ir aerozolių dydžius pateikti 1.3 pav. Kietosios dalelės, kurių skersmuo

ne didesnis kaip 5 µm, traktuojamos kaip labai smulkios, atmosferos dulkės nuo 5 µm iki 10 µm yra klasifikuojamos kaip smulkios. Dulkės, kurios yra ne smulkesnės kaip 20 µm, priskiriamos prie vidutinio dydžio. Stambiomis dulkėmis laikomos kietosios dalelės, didesnės kaip 20 µm, labai stambiomis – didesnės kaip 40 µm [10]. Stambesnės kaip 1 µm į atmosferą išmestos dulkės krinta su pagreičiu, 0,1–1,0 µm skersmens dulkės iš oro leidžiasi tolygiai, dūmai ir aerozoliai (0,1–0,001 µm dalelės) ilgiau išlieka ore.



1.3 pav. Aplinkos orą teršiančių dalelių dydžiai, µm [9]

L. Goldovskajos duomenimis, labai smulkios kietosios dalelės apatiniuose atmosferos sluoksniuose išlieka 10–20 parų, aerozolio smogo dalelės, kurių dydis nesiekia 1 µm, aplinkos ore išlieka apie savaitę. Tačiau kai kurių labai smulkių dalelių „gyvavimo laikas“ ore gali trukti keletą mėnesių [14].

Kietųjų dalelių pasišalinimo iš aplinkos oro procesus skatina jų tarpusavio koaguliacija, oro masių judėjimas, krituliai. Pagrindiniai išmetamų į aplinkos orą dulkių ir aerozolių antropogeniniai šaltiniai – statybos produktų žaliavų (žvyro, smėlio, dolomito), kitų gamtos išteklių gavybos (akmens anglių, skalūnų, metalų rūdų) įmonės (sprogdinimo, akmens skaldymo procesai); energetikos įmonės, kuriose deginamas kietasis ir skystasis kuras; chemijos pramonės įmonės; statybos produktų (cemento, betono, plytų, akmens vatos), medienos perdirbimo ir baldų gamybos, linų apdorojimo, tekstilės, maisto, pašarų, metalų apdorojimo pramonės įmonės; žemės ūkio, statybos ir statinių ardymo, automobilių kelių eksploatacijos darbai; transporto priemonės; individualios namų valdos, nekontroliuojamas pernykštės žolės, ražienos, atliekų deginimas.

Vokietijoje praėjusio amžiaus pabaigoje kasmet į aplinkos orą buvo išmetama 0,56–1,8 mln. t. dulkių. Iš to skaičiaus 63 % sudarė pramonės įmonių išmetamosios dulkės, 16 % – energetikos įmonių, 13,4 % – transporto, 8 % – individualių namų valdų ir smulkių įmonių išmetamosios dulkės. Skirtingais metais į šalies teritoriją kiekvieną parą iškrisdavo 160–240 mg/m^2 dulkių [16].

Dulkių ir aerozolių pavojus aplinkai yra susijęs su kai kurių dulkių mišinių su oru sprogstamumo arba degumo savybėmis. Antai cukraus dulkės gali sprogti jų koncentracijai pasiekus 10,3 mg/m^3, krakmolo dulkės gali sprogti, kai jų koncentracija ore siekia 7 mg/m^3. Savaime gali užsidegti akmens anglių, durpių, medienos, kitų organinių medžiagų dulkės.

Mineralinės dulkės, prasiskverbusios į mašinų ir mechanizmų konstrukcijas, dėl savo abrazyvinio poveikio didina konstrukcijų elementų ir detalių dėvėjimąsi. Dulkės ir aerozoliai mažina atmosferos skaidrumą. Apatinių atmosferos sluoksnių atmosferos skaidrumas didžiųjų miestų centre yra 20–40 % mažesnis nei priemiesčiuose, atitinkamai mažėja žemės paviršių pasiekianti Saulės radiacija. Didmiesčių gyventojai biologiškai aktyvių ultravioletinių spindulių gauna 13% mažiau nei kaimo vietovių gyventojai. Poveikį visuomenės sveikatai taip pat nulemia cheminių medžiagų dulkių bei aerozolių kenksmingumas (dirginantis, jautrinantis, toksinis poveikis), jų savybė giliai prasiskverbti į žmogaus kvėpavimo takus.

Dulkės, atsižvelgus į jų savybę skverbtis į kvėpavimo takus, skirstomos į tris frakcijas – nosies ir gerklų (5–30 µm dydžio dulkės), trachėjos, stambių ir smulkių bronchų dulkių frakcija (1–5 µm dydžio dulkės), alveolinė dulkių frakcija (0,5–1 µm dydžio dulkės). Pagal Johanesburgo konvencijos nustatytus parametrus, alveolinei frakcijai priskiriamos dulkės, kurių aerodinaminis skersmuo siekia 1,6–3,5 µm. Pažymėtina, kad 90–95% dulkių, pasiekiančių smulkius bronchus ir alveoles, yra mažesnės kaip 5 µm, o mažesnės kaip 0,25 µm dulkės alveolių nesiekia. Aplinkos ore esančios

stambios dulkės sulaikomos nosies plaukelių ir gleivinės „filtre“, labai smulkios iš dalies iškvepiamos arba pakibusios cirkuliuoja kvėpavimo takuose. Vandenyje ir biologiniuose skysčiuose tirpios dulkės gali absorbuotis į kraują per odą arba per gleivines. Aplinkos oro užtarša bakterijomis, virusais yra susijusi su oro keliu perduodamų (lašelinių) infekcijų (gripo, ūmių viršutinių kvėpavimo takų infekcijų, tuberkuliozės) plitimo pavojumi.

Didžiausias dulkių pavojus žmonių sveikatai yra susijęs su darbo aplinkos užtarša tiek mineralinėmis, tiek organinės kilmės, tarp jų – cheminių medžiagų dulkėmis bei aerozoliais. Dėl dulkių poveikio darbuotojų sveikatai registruojamos tokios lėtinės profesinės ligos, kaip bronchų uždegimas, bronchų astma, negrįžtamas plaučių pakenkimas – pneumokoniozė. Asbesto plaušeliai laikomi kancerogenu, sukeliančiu plaučių vėžį. Profesinę ligą gali sukelti anglių, smėlio, medvilnės, linų, medienos, gyvūninės kilmės (odos, vilnos, plunksnų), metalų ir jų oksidų dulkės. Gyventojų sveikatai riziką kelia urbanizuotoje ir gyvenamojoje aplinkoje esančios dulkės – aplinkos oro užtarša labai smulkiomis ir smulkiomis dulkėmis, kambario dulkėmis. Gyvenamoji aplinka taip pat gali būti užteršta kai kurių statybos produktų (mineralinės, akmens, stiklo vatos) plaušeliais. Pagal PSO Tarptautinės vėžio tyrimo agentūros klasifikacinius reikalavimus mineralinės vatos ir kitų panašių statybos produktų plaušeliai netraktuojami kaip kancerogenai, kai jų ilgis yra ne mažesnis kaip 20 μm, ilgio ir skersmens santykis didesnis kaip 3:1. Taip pat įvertinami patekusių į kvėpavimo takus mineralinių plaušelių biologinio patvarumo duomenys, jų transformacijos kvėpavimo takuose (pusėjimo) trukmė.

Tačiau daugiausia didžiųjų miestų gyventojų yra nukentėję nuo žiemos (Londono) bei vasaros (Los Andželo) smogų. Smogas apibūdinamas kaip virš oro teršimo vietų susidarantis rūkas, kuriame yra dūmų, transporto išmetamų deginių ir vandens lašelių. Mažiausi yra miglos lašeliai (0,03–0,3 μm), debesų ir rūko lašelių skersmuo sudaro 10 μm. Smogo susidarymo sąlygos – silpnas oro masių judėjimas, didelis aplinkos oro santykinis drėgnis, jo didelė užtarša bei oro sluoksnių temperatūros inversija. Žiemos smogo pagrindiniai sveikatą veikiantys veiksniai – sieros dioksidas, aplinkos ore skendinčios dulkės ir anglies viendeginis. Kenksmingas vasaros smogo poveikis gyventojų sveikatai yra susijęs su aplinkos oro užtarša azoto oksidais, angliavandeniliais ir dėl fotocheminių reakcijų susidarančiu ozonu, taip pat su peroksiacetilnitratu ir aldehidais. Skirtingų autorių aprašyti 1952 m. ir 1956 m. Londono smogai, kurių metu žuvo atitinkamai 4 000 ir daugiau kaip 1 000 žmonių. 1962 m. Vokietijos Ruro pramoninio rajono teritoriją buvo apėmęs smogas, nusinešęs 150 žmonių gyvybių.

Antropogeninė hidrosferos tarša. Hidrosferoje yra 35 mln. km^3 (2,5 % bendro vandens kiekio) gėlojo vandens. Gėlasis vanduo – tai toks vanduo, kurio 1 *l* yra ne daugiau kaip 1 g ištirpusių druskų (0,1 % sūrumo). Vartoti prieinama 16,5 tūkst. km^3 gėlojo vandens. Lietuvos paviršinio vandens telkinių bendras plotas – 264 tūkst. ha,

arba 4% šalies teritorijos ploto. Požeminio vandens telkinių ištekliai – 1,20 km^3 per metus, arba 3,2 mln. m^3 per parą. Iš kritulių susidaro 48,8 km^3 vandens, iš upių iš viso nuteka 25,9 km^3, išgaruoja 33,4 km^3 vandens [10]. Žemės gyvuosiuose organizmuose iš viso yra 2,5 tūkst. km m^3 vandens.

Vanduo yra pagrindinė žmogaus organizmo sudėtinė dalis, jam tenka apie 2/3 žmogaus kūno masės. Riebaliniame audinyje yra 20 % vandens, kauluose – 25 %, kepenyse – 70 %, kraujyje – 79 %, smegenyse – 85 % vandens. Kai kurių cheminių elementų (chloro, natrio, kalio, kalcio) kiekis kraujo skystyje analogiškas jų kiekiui jūros vandenyje. Tačiau žmogaus kraujyje deguonies yra apie du kartus daugiau nei jūros vandenyje [2] (1.2 lentelė).

1.2 lentelė. Cheminių elementų kiekio žmogaus kraujyje ir jūros vandenyje lyginamieji duomenys [2]

Cheminis elementas	Procentas jūros vandenyje ir žmogaus organizmo skysčiuose ištirpusių druskų	
	žmogaus kraujyje	jūros vandenyje
Chloras	49,3	55,0
Natris	30,0	30,6
Deguonis	9,9	5,6
Kalis	1,8	1,1
Kalcis	0,8	1,2

Beveik visas vanduo yra žmogaus organizmo ląstelėse. Visi organizmo gyvybiniai procesai (asimiliacija, disimiliacija, difuzija, rezorbcija, osmosas) vyksta vandens tirpaluose. Dešimtadalio vandens masės netekimas yra susijęs su sunkiomis pasekmėmis žmogaus sveikatai. Žmogaus fiziologinis vandens poreikis sudaro 2–3,5 *l* per parą. Dirbant sunkų fizinį darbą ir esant aukštai aplinkos oro temperatūrai, vandens, suvartojamo gerti, kiekis gali padidėti iki 5 *l* per parą. Ekonomiškai išsivysčiusiose šalyse bendroji paros suvartojama vandens norma siekia 150–200 *l*, iš to kiekio daugiau kaip 60 % suvartojama sanitarijai ir higienai, 11,6 % – baltiniams skalbti, apie 8 % – gerti, maistui ruošti ir indams plauti, 15 % – mašinai plauti, žaliajai vejai laistyti ir kitiems tikslams [16]. 20–25 % organizmo vandens netekimas yra nesuderinamas su gyvybe.

Neužterštas, tinkamas vartoti gėlasis vanduo skaidrus, bespalvis, neturi pašalinio kvapo ir skonio, kenksmingų sveikatai cheminių medžiagų priemaišų, užkrečiamas ligas sukeliančių mikroorganizmų. Kad geriamasis vanduo atitiktų žmogaus fiziologinius reikalavimus, jame turi būti pakankamas fluoro, jodo, kitų mikroelementų kiekis.

Gruntiniai, upių ir jūrų vandenys teršiami tiek organinėmis, tiek neorganinėmis medžiagomis. Hidrosferos antropogeniniai teršalai skirstomi pagal prigimtį (fizikinė, mikrobinė, cheminė), pagal kilmę (pramonės, energetikos, žemės ūkio įmonės, inžineriniai įrenginiai, gyvenvietės), pagal teršalų agregacijos būseną, jų fizikines ir chemines savybes, pagal išleidimo trukmę (nuolatinė, trumpalaikė, sezoninė), pagal pobūdį (numatyta technologinė, atsitiktinė avarinė, tyčinė kriminalinė), pagal pasiskirstymą erdvėje (taškinė, difuzinė, paskleistoji, linijinė). Didžiausią nepalankią įtaką sveikatai gali daryti į žmonių geriamąjį vandenį patekę ligas sukeliantys mikroorganizmai arba kenksmingosios ir nuodingosios cheminės medžiagos.

Paviršinių vandens telkinių užterštumui vertinti taikomi tokie kriterijai: deguonies kiekis, biocheminis deguonies suvartojimas (BDS_5, BDS_{10}), cheminis deguonies suvartojimas, planktono kiekis, gyvųjų organizmų (žuvų, tarp jų – lašišų, aerobinių ir anaerobinių bakterijų, dumblių, pirmuonių ir kt.) kiekis ir rūšinė jų sudėtis. Mažai užterštu laikomas paviršinio vandens telkinio vanduo, kai jame yra ne mažiau kaip 8 mg O_2/l; vidutiniškai užterštu, kai vandenyje ištirpusio deguonies yra 6–2mg/*l*; labai užterštu, kai deguonies kiekis nesiekia 2 mg/*l*. Mažai užterštame paviršinio vandens telkinio vandens BDS_5 yra ne didesnis kaip 1mg/*l*, vidutiniškai užteršto – 2–13mg/*l*, labai užteršto – ne mažesnis kaip 15 mg/*l* [12].

Vidutiniškai ir labai užterštam paviršinių vandens telkinių vandeniui būdingas melsvadumblių augimas, anaerobinių bakterijų, pirmuonių populiacijų didėjimas, žuvų ir kitų teršalams jautrių gyvūnų išnykimas.

Organinių vandens teršalų aerobinis skaidymas vyksta dalyvaujant aerobiniams mikroorganizmams, kurie minta organinėmis medžiagomis. Organinių medžiagų skaidymo produktai: anglies dvideginis, vanduo, nitratai, sulfatai, fosfatai, kiti teršalų skaidymo produktai. Natūraliųjų vandens telkinių vandenyje dėl mažo išvardytų produktų kiekio nesusidaro tinkamų sąlygų augalams ir zooplanktonui daugintis. Nitratai ir sulfatai skatina augti zooplanktono ir gyvūnų populiacijas ir atitinkamai didėja suvartojamo vandenyje esančio deguonies kiekis. Tačiau gyvųjų organizmų daugėjant, kartu daugėja jų gyvybinės veiklos produktų, kurių aerobiniam skaidymui reikalingas deguonis. Padidėjus suvartojamo deguonies kiekiui, gali pritrūkti augalų fotosintezės proceso metu išskiriamų atkuriamųjų išteklių. Dėl deguonies stokos vandenyje nyksta aerobinių mikroorganizmų populiacija, kurios vietą vandens telkinio ekosistemoje užima anaerobiniai mikroorganizmai. Jiems vyraujant, vyksta anaerobinis biomasės skaidymas, ir į vandens telkinį išsiskiria metanas (CH_4), anglies dvideginis, vanduo, vandenilio sulfidas (H_2S), amoniakas (NH_3). Anaerobinio skaidymo produktai stabdo vandens organizmų vystymąsi, o vandenilio sulfidas ir amoniakas juos žudo.

Su žmonių ir gyvūnų fekalijomis, šlapimu, taip pat gyvulininkystės įmonių srutomis į vandens telkinius patenka biologinė tarša, užkrečiamąsias ligas sukeliantys

(patogeniniai) mikroorganizmai. Vandens telkinio užterštumas fekalijomis konstatuojamas, aptikus vandens mėginiuose žarninę lazdelę (*Escherichia coli*). Paviršinio vandens telkinyje, kuris stipriai teršiamas šlapimo ir srutų nuotekomis, susikaupia daug šlapalo. Bakterijos jį suskaido į karboninę rūgštį ir amoniaką. Skaidymo reakcija vyksta dalyvaujant mikroorganizmų fermentui – ureazai:



$$(NH_4)_2CO_3 + 2H_2O \xrightarrow{\text{ureazė}} H_2CO_3 + 2NH_3. \quad (1.23)$$

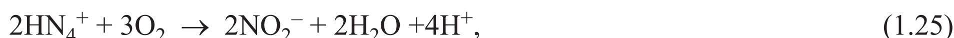
Apskaičiuota, kad iš 1 litro srutų į vandens telkinį gali išsiskirti 4,5 gramo amoniako, kuris nuodija vandens organizmus. Amoniakas vandenyje disocijuoja į amonio ir hidroksido jonus:



$$NH_3 + H_2O \leftrightarrow NH_4^+ + OH^-. \quad (1.24)$$

Amoniako kiekis vandenyje priklauso nuo rūgštingumo parametro vertės ir vandens temperatūros. Kai paviršinio vandens telkinio temperatūra siekia 25 °C, vandens rūgštingumo parametro (pH) vertė didesnė kaip 7, vandenyje didėja amoniako koncentracija. Amoniakas yra nuodingas vandens organizmams, todėl gali sukelti masinę jų žūtį. Šis teršalas skaidomas bakterijų *Nitrosomonas* ir *Nitrobakter*, kurios aerobinėmis sąlygomis amoniaką paverčia iš pradžių į nitritus, o vėliau – į nitratus.

Į gruntinį vandenį patekusios organinės baltyminės medžiagos reaguoja su gruntiniame vandenyje esančiu deguonimi:



$$2HN_4^+ + 3O_2 \rightarrow 2NO_2^- + 2H_2O + 4H^+, \quad (1.25)$$



$$2NO_2^- + O_2 \rightarrow 2NO_3^-. \quad (1.26)$$

Iš pateiktų (1.25) ir (1.26) lygčių matyti, kad dėl organinių baltyminių medžiagų, patekusių į gruntinį vandenį, oksidacijos vandenyje atsiranda nitritų ir nitratų. Dėl to mūsų šalies iškastinių šulinių vandenyje nitratų koncentracija neretai 3–5 kartus viršija nustatytą nekenksmingą sveikatai dydį [17].

Paviršinių telkinių vanduo neretai yra teršiamas vandens organizmams nuodingais **organiniais teršalais**, kurie vandenyje gali kauptis ir pasiekti pavojingų vandens biotai koncentracijų. Tokiems teršalams priskiriami nafta ir jos perdirbimo produktai, taip pat aromatiniai policikliniai angliavandeniliai.

Į naftos sudėtį įeina sočiųjų, neprisotintų, aromatinių angliavandenilių, taip pat aldehidų, karboksirūgščių ir ketonų. Naftos ir jos produktų patekimo į vandens telkinius pagrindiniai šaltiniai – naftos gavybos įrenginiai tiek jūroje, tiek sausumoje, tanklaivių, naftos terminalų avarijos, naftos ir jos produktų transportavimas naftotie-

kiais, geležinkelio transportu, valant geležinkelio ir automobilių cisternas, tanklaivių talpyklas.

Pasaulinį hidrosferos teršimo nafta mastą iliustruoja 1.3 lentelėje pateikti E. Arustamovo vadovėlyje cituojami statistikos duomenys [18].

1.3 lentelė. Hidrosferos teršimo nafta šaltiniai [18]

Taršos šaltinis	Bendras kiekis per metus, mln./t	% nuo bendro kiekio
Vežimas jūros transportu iš viso, iš to skaičiaus:	2,13	34,9
neavarinis naftos plukdymas	1,83	30,0
per avarijas išsiliejusi nafta	0,3	4,9
Upių išnašos	1,9	31,1
Atmosferos iškritos	0,6	9,8
Pramonės atliekos	0,3	4,9
Gamtos šaltiniai	0,6	9,8
Miestų atliekos	0,3	4,9
Pakrančių naftos perdirbimo įmonių atliekos	0,2	3,2
Naftos gavyba jūroje	0,08	1,3
Iš viso	6,11	100,0

Iš 1.3 lentelėje pateiktų duomenų matyti, kad pagrindiniai jūros taršos nafta šaltiniai – tanklaiviai ir upių išnašos. Tiems šaltiniams tenka du trečdaliai naftos, patenkančios į paviršinius vandens telkinius. Dėl avarijų, plukdant naftą ir išgaunant ją iš jūros dugno, į vandenį patenka apie 0,4 mln. t (5 %) naftos.

Nafta nesudaro molekulinių ryšių su vandeniu – ji yra hidrofobiška, todėl vandens telkinio paviršiuje sudaro ploną plėvelę, kuri apsunkina deguonies patekimą į vandenį ir yra nuodinga vandens organizmams bei jais mintantiems paukščiams. Sutrikus dujų apykaitai tarp vandens ir oro, vandens organizmai, negaunami deguonies, žūsta dėl jų organizmuose susikaupusio anglies dvideginio. Naftos plėvelė sulipdo vandens paukščių plunksnas, dėl to jie netenka gebėjimo išsilaikyti ant vandens paviršiaus, sutrinka jų termoreguliacija.

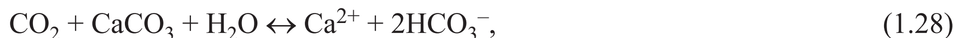
Naftą ir jos produktus suskaido įvairios vandenyje esančios bakterijos, tačiau šie teršalai skaidomi labai lėtai. Todėl nafta gali išlikti nepakitusi ant vandens paviršiaus kelias savaites ir net mėnesius. Lakieji naftos komponentai išgaruoja, o likę oksidinami, sulimpa ir ilgainiui nugrimzta į vandens telkinio dugną.

Nafta, patekusi į dirvožemį, prasiskverbia į gruntinį vandenį ir pagal jo tėkmę pasklinda dideliame plote. Naftos produktų oksidacija su gruntiniame vandenyje esančiu deguonimi vyksta pagal lygtį:



$$CH_2O + O_2 \rightarrow CO_2 + H_2O. \quad (1.27)$$

Padidėjus gruntinio vandens rūgštingumui, vanduo tirpina uolienų kalcį ir magnį:



$$CO_2 + CaCO_3 + H_2O \leftrightarrow Ca^{2+} + 2HCO_3^-, \quad (1.28)$$



$$2CO_2 + CaMg(CO_3) + 2H_2O \leftrightarrow Ca^{2+} + Mg^{2+} + 4HCO_3^-. \quad (1.29)$$

Gruntiniame vandenyje padidėjus hidrokarbonato ir kalcio bei magnio jonų koncentracijai, vandens kietumas gali siekti 10–15 mg ekv./*l*, o šio parametro dydis neturi viršyti 7 mg ekv./*l*. Dėl deguonies eikvojimo teršalų oksidacijai gruntiniame vandenyje jo ima trūkti. Tada vis daugiau kaupiasi organinių teršalų. Dėl to padidėja vandens permanganatinė oksidacija, kuri gali siekti 8–12 mgO_2 ir daugiau [17].

Fenoliai į vandens telkinius patenka daugiausiai su pramonės įmonių nuotekomis, jie skaidomi veikiant ultravioletiniams spinduliams, aerobiniams mikroorganizmams. Jei vandenyje yra pakankamas deguonies kiekis ir kitomis palankiomis sąlygomis, per 7 dienas suyra 96–97 % į vandenį patekusių fenolių. Fenoliai vandenyje gali jungtis su jame esančiu chloru. Chlorfenolis (ClC_6H_4OH) labai pablogina juslines vandens savybes, suteikdamas jam pašalinį skonį bei kvapą.

Patvariais vandens telkinių teršalais laikomos lignosulfonrūgštys, kurios išleidžiamos su celiuliozės pramonės įmonių nuotekomis. Lignosulfonrūgštys gaunamos apdorojant medieną kalcio rūgščiuoju sulfitu $Ca(HSO_3)_2$ (kitaip – kalcio hidrosulfitu), aukštos temperatūros ir padidinto slėgio sąlygomis. Cheminės reakcijos metu stambiamolekulis ligninas pavirsta į vandenyje tirpų junginį ir atsiskiria nuo celiuliozės. Lignosulfonrūgštys skaidomos labai lėtai, ištisas savaites, veikiant grybeliams, tokiems kaip *Sphaerotilus natans*. Šis vandens teršalas didina vandens klampumą, blogina jo kvapą ir skonį.

Vandenyje gana ilgai išlieka **chlorintieji angliavandeniliai**, tokie kaip polichlorintieji bifenilai (*PCB*) ir chloro organiniai pesticidai. Chlorintųjų angliavandenilių patvarumas didėja, kai juose didėja chloro jonų skaičius. Chlorintieji angliavandeniliai gali produkuotis vandenyje, kai chlorintasis vanduo reaguoja su humuso skilimo produktais. Chlorintųjų angliavandenilių cheminis skaidymas vyksta dėl jų hidrolizės, oksidinimo. Taip pat jų irčiai turi įtakos tokios biocheminės reakcijos, kaip O-alkilo (CH_3^-) arba N-alkilo ($C_2H_3^-$) grupių atskyrimas, arba aromatinio žiedo suardymas. Chlorintieji angliavandeniliai, patekę į vandens telkinių dumblą, gali būti redukuojami arba gali netekti chloro. Kai kurie chlorintieji angliavandeniliai vandens telkinyje

reaguoja tarpusavyje arba su kitais vandenyje esančiais teršalais. Vandens teršalai, kurie tirpsta riebaluose, prasiskverbia į vandens organizmus ir kaupiasi jų riebaliniame audinyje. Riebaliniame audinyje yra mažai fermentų, todėl chlorintieji organiniai junginiai gali jame kauptis ilgai. Užterštuose vandens telkiniuose pagautų žuvų taukų mėginiai naudojami vandens užterštumo kokybinei ir kiekybinei analizei atlikti.

Į hidrosferą patekusiems cheminiams teršalams yra būdingos hidrolizės reakcijos, dėl kurių užterštuose vandens telkiniuose gali padidėti fosfatų, chloro organinių junginių. Vandens telkinių dumblo nuogulose vyksta cheminių teršalų redukcijos reakcijos.

Į paviršinio vandens telkinius patenka nemažai **detergentų** (ploviklių), kurie naudojami plovimo ir valymo darbams tiek pramonės, viešojo maitinimo, komunalinėse įmonėse, tiek buityje. Detergentai mažina vandens paviršiaus įtemptį. Į vandens telkinį išleidus nuotekas, turinčias detergentų, jame atsiranda putų, kurios blogina vandens kokybę ir daro žalą vandens organizmams. Mažesnę žalą aplinkai daro detergentai, kurie, patekę į vandenį, greitai suyra, t. y. jų biologinės degradacijos laikotarpis yra trumpas. Tokios savybės yra būdingos nejoniniams detergentams ir alkilbenzolsulfonatams $[CH_3(CH_2)n\text{-}C_6H_4\text{-}SO_3^-]R^+$, kurie yra ne tokie pavojingi visuomenės sveikatai. Tačiau net mažos paviršiaus aktyviųjų medžiagų koncentracijos upių vandenyje (0,05–0,1 mg/*l*) pakanka, kad suaktyvėtų telkinių dugno nuosėdose absorbuotos kenksmingosios medžiagos. Taip pat nustatyta, kad paviršiaus aktyviosios medžiagos palengvina kitų cheminių teršalų skverbtį į gilesnius podirvio vandens sluoksnius.

Hidrosfera intensyviai teršiama **neorganiniais teršalais** – chloridais, neorganinių rūgščių druskomis, sunkiaisiais metalais ir kt. Natrio, kalcio chloridai, naudojami automobilių kelių paviršių slidumui mažinti, patekę į gėlojo vandens telkinius, pažeidžia jų osmoso sistemų balansą. Dauguma gėlojo vandens telkinių gyvūnų negali prisitaikyti prie padidėjusių natrio, chloro ir kalcio jonų koncentracijų. Normaliomis sąlygomis chloridų koncentracija gėlojo vandens telkiniuose siekia 2–10 mg/*l*. O kai kurių dėl ūkinės veiklos, susijusios su druskų karjerų eksploatacija, užterštų upių vandenyje chloridų koncentracija siekia 2 000–2 500 mg/*l*. Stipriai užterštas chloridais vanduo visiškai netinkamas nei gerti, nei augalinėms kultūroms laistyti. Šiam tikslui galima naudoti vandenį, kuriame chloridų yra ne daugiau kaip 50–300 mg/*l* ir atsižvelgus į auginamų kultūrų jautrumą chloridų poveikiui.

Žemės kontinentų paviršiniai vandens telkiniai teršiami rūgščių turinčiais teršalais, kurie į vandens telkinius patenka su atmosferos krituliais ir su polaidžio vandeniu. Pagrindiniai rūgščiųjų kritulių šaltiniai – atmosferos teršalai sieros dioksidas ir azoto oksidai. Nuo rūgščiųjų teršalų labiausiai nukenčia mažieji kalnų ežerai, į kuriuos nuteka gausūs rūgštieji polaidžio vandenys. Nepaveikto rūgščiųjų kritulių ežerų vandens pH yra ne mažesnis kaip 7. Teršalams patekus į paviršinius vandens telkinius, vandenilio jonų koncentracijos (pH) vertė juose gali sumažėti iki 4 ir net iki 3,5.

Kai ežerų vanduo rūgštėja, jame padidėja aliuminio jonų Al^{3+} koncentracija. Aliuminio jonai išsiskiria iš uolienų, veikiami vandenilio H^+ jonų. Padidėjęs ežerų vandens rūgštingumas ir padidėjusi aliuminio jonų koncentracija žalingai veikia žuvų populiaciją. Ypač jautrios vandens kokybės pokyčiams yra vertingesnės žuvų rūšys. Vandens organizmai – kriaukliniai moliuskai, upėtakiai – ypač jautriai reaguoja į vandens rūgštėjimą. Moliuskų kriauklių kalcis ima irti, kai vandens rūgštingumas yra mažesnis kaip 5,2. Ribinis vandens telkinio rūgštingumas dar tinkamas žuvų egzistencijai, atsižvelgiant į jų rūšį – 5–4,5. Kai telkinio vandens rūgštingumas sumažėja iki 4,5, jame išnyksta visa flora ir fauna.

Trąšų (nitratų, karbonatų, fosfatų) jonai NO_3^-, NH_4^+, $H_2PO_4^-$ skatina augti vandens telkinio planktoną. Nitratai ir fosfatai į vandens telkinius patenka dėl organinių atliekų mikrobinio skaidymo, taip pat su plovyklų nuotekomis.

Vandens telkinių antropogeninis teršimas **sunkiaisiais metalais** – kadmiu, chromu, variu, gyvsidabriu, švinu, nikeliu, alavu, cinku, yra susijęs su celiuliozės, popieriaus gamybos, chloro, šarmų, trąšų, plieno, spalvotųjų metalų, stiklo, cemento, keramikos gaminių, automobilių, lėktuvų gamybos, odos apdirbimo, tekstilės pramonės, naftos perdirbimo pramonės įmonių veikla. Vienas pagrindinių hidrosferos teršimo šaltinių sunkiaisiais metalais yra metalo gaminių paviršių elektros cheminio (galvaninio) padengimo technologiniai procesai, kai neišvalytas galvaninis šlamas išleidžiamas į nuotekų tinklus.

Sunkieji metalai, patekę į vandens telkinį, greitai jame pasklinda. Sunkiųjų metalų karbonatai, sulfatai, sulfidai nusėda į vandens telkinio dugną. Jie taip pat adsorbuojasi mineralinėse ir organinėse nuosėdose. Tačiau kai į vandens telkinį patenkančių sunkiųjų metalų kiekis viršija nuosėdų galimybes (imlumą) adsorbuoti, nuodingųjų vandens biotai teršalų koncentracija ima didėti. Gyvsidabris ir alavas anaerobinėmis sąlygomis vandens telkinio dugno dumblų nuogulose, prisijungdami vandenilį, virsta dujiniais junginiais ir išsiskiria į atmosferą. Upių ir ežerų vandenyje anaerobinėmis sąlygomis gyvsidabrio jonai Hg^{2+}, veikiami mikroorganizmų, jungiasi su metilo jonais CH^{3-}. Įvykus gyvsidabrio metilinimo reakcijai, vandenyje atsiranda gyviesiems organizmams nuodinga medžiaga – dimetilgyvsidabris $Hg(CH_3)_2$. Dimetilgyvsidabris – lakusis skystis, garuojantis į aplinkos orą. Tačiau vandenyje, ypač rūgščiame, susidaro ir kiti mažiau lakūs gyvsidabrio metilinimo junginiai – CH_3HgCl ir CH_3HgOH, kurie apibendrintai žymimi CH_3HgX. Metilgyvsidabrio junginiai pasiskirsto visuose žuvų audiniuose ir su žuvų produktais patenka į žmogaus organizmą [15].

Kiti sunkieji metalai taip pat gali virsti hidridais ir taip migruoti iš vienos geosferos į kitą. Mangano oksidas, veikiamas anaerobinių mikroorganizmų, redukuojamas į tirpią Mn^+ atmainą:



$$MnO_2 + 4H^+ + 2e- \rightarrow Mn^{2+} + 2H_2O. \quad (1.30)$$

Kai kurie sunkieji metalai, tokie kaip arsenas bei gyvsidabris, veikiami vandens telkiniuose esančių mikroorganizmų, jungiasi su metilo CH_3 grupėmis ir tampa metilo junginiais, kurie patenka į vandens organizmus ir vėliau – į mitybos grandinę. Metalinis gyvsidabris gali būti metilinamas dviem stadijoms: $Hg \rightarrow CH_3Hg^+ \rightarrow (CH3)_2Hg$. Švino koncentracija neužterštame geriamojo vandens telkinyje neviršija 5 μg/*l*, tačiau kai geriamasis vanduo yra tiekiamas vamzdžiais, iš vidaus padengtais švino danga, šio sunkiojo metalo koncentracija geriamajame vandenyje gali padidėti keliasdešimt kartų.

Dirvožemio antropogeninė tarša. Dirvožemiu vadiname Žemės plutos viršutinį purųjį sluoksnį, susidariusį iš gimtosios uolienos, veikiant dirvodaros procesams, ir turintį potencialų derlingumą. Į dirvožemio sudėtį įeina tokios fazės: kietoji, dujinė, skystoji, biotinė (augalai – vienaląsčiai dumbliai, aukštesnieji augalai; gyvūnai – geobiontai, geofilai, geoksenai, tarp jų – vienaląsčiai pirmuonys, daugialąsčiai mikroskopinio dydžio gyvūnai, nariuotakojai, sliekai, šimtakojai, vabzdžių lervos, stambūs gyvūnai). Gyvieji organizmai aptinkami ne giliau kaip 5 m dirvožemio sluoksniuose. Neužteršto dirvožemio tirpale yra apie 50 mg/*l* deguonies, apie 25 mg/*l* azoto, daugiau nei 1,5 g/*l* anglies dvideginio, ištirpusių kalcio, magnio, natrio, kalio, azoto, fosforo ir kitų cheminių junginių.

Dirvožemiai klasifikuojami pagal vandens įtaką: sausumos (žemyniniai), gruntinio vandens drėkinami ir užliejami, dugniniai (povandeniniai), pelkiniai. Sausumos dirvožemiai turi ploną humuso sluoksnį, jie susiformuoja vidutinio aukščio kalnuose ant uolų atbrailų, taip pat aukštuose kalnuose ir Arktyje. Šio tipo dirvožemių esti teritorijose, kuriose klimatas yra pusiau sausas arba drėgnas. Jie susidaro ant karbonatinių, mergelio uolienų arba moreninių nuogulų bei ant smėlynės, silikatų ir granito. Gruntinio vandens drėkinamu vadinamas toks dirvožemis, kai gruntinis vanduo slūgso 0,5–1,0 m gylyje. Tokie dirvožemiai skirstomi į aliuvinius (sąnašinius salpinius arba žemaslėnius), sūrius pajūrio žemumų, juodžemio, sausažemio dirvožemius. Pelkiniame dirvožemyje yra daug organinių medžiagų. Pelkėjant ežerams, gali susiformuoti žemapelkės. Tačiau kai yra pakankamai drėgnas klimatas, žemapelkėse gali išplisti rusvosios samanos. Dėl išgaubto paviršiaus toks dirvožemis vadinamas aukštapelkėmis [11].

Dirvožemis turi kai kurių būdingųjų savybių, kurios jam suteikia tam tikrą buferinę funkciją teršalų atžvilgiu. Dirvožemio dalelės sudaro savotišką korio filtrą, kuris sulaiko teršalų suspenduotas medžiagas. Kita vertus, organinė dirvožemio dalis, susidaranti dėl augalų ir gyvūnų liekanų biocheminio kitimo, vadinama humusu, gali adsorbuoti kai kuriuos teršalus. Išvardytos dirvožemio savybės leidžia sulaikyti teršalus ir sudaryti jiems kliūtį prasiskverbti į gruntinį vandenį. Tačiau kai dirvožemyje besikaupiančių teršalų kiekis peržengia adsorbcinio potencialo ribą, jie gali užteršti podirvio vandens išteklius. Dirvožemis pasižymi regeneracijos savybėmis – jame

egzistuojantys gyvūnai skaido organinius teršalus, kurių biodegradacija vyksta kur kas greičiau nei kitose geosferose. Taigi dirvožemio apsivalymo savybės yra geresnės, palyginti su atmosferos ir hidrosferos apsivalymo savybėmis.

Technogeninis poveikis dirvožemiui yra susijęs su jo mechaniniu pažeidimu – tankinimu, ardymu, viršutinio sluoksnio pašalinimu, teršimu kietosiomis sunkiai skaidomomis medžiagomis (plastikais, statybinėmis atliekomis). Dirvožemis teršiamas cheminiais, biologiniais teršalais ir radionuklidais. Jis taip pat gali būti užterštas atsitiktinai į jį patekusiais genetiškai modifikuotais organizmais. Dirvožemio dujinė fazė teršiama metano, vandenilio dujomis: sąvartynų dirvoje metano ir vandenilio koncentracija siekia 20 %, o šių dujų foninė koncentracija yra ne didesnė kaip 1 %. Dirvožemyje šalia išgriebimo duobių 2–3 kartus padaugėja anglies dvideginio, amoniako, 3–6 kartus sumažėja deguonies kiekis.

Dirvožemio cheminio teršimo šaltiniai – atmosferos, tarp jų – tolimųjų pernašų teršalai (rūgštieji krituliai, radionuklidai), žemės gelmių išžvalgymo darbai, gamtos išteklių gavyba, žemės ūkio veikla, transporto priemonės ir transporto infrastruktūros objektai, inžineriniu požiūriu neįrengtų gyvenamųjų teritorijų objektai, paruošiamieji statybos žemės darbai, netinkamai įrengti sąvartynai, nevalytų nuotekų išleidimas į gruntą, naftotiekių, technologinių ir inžinerinių komunikacijų vamzdynai, karo poligonai.

Cheminei ir biologinei taršai ypač jautrūs vandeningi ir karsto teritorijų dirvožemiai. Karsto procesas – uolienų (klinčių, gipso, akmens druskos) išplovimas vandeniu. Kalcio sulfato ($CaSO_4 \cdot 2H_2O$) ir karstinių upių nuotėkių patekimas vadinamas gipso chemine denudacija. Karstinio proceso aktyvumas susijęs su atmosferos kritulių rūgštėjimu ir klimato kaita, jo padariniai – požeminių ertmių, žemės paviršiaus įdubų ir smegduobių susidarymas. Kraštovaizdžio pokyčiai, vykstant karstiniam procesui, klasifikuojami atsižvelgus į smegduobių skaičių kvadratiniame kilometre. Kai 1 km^2 yra daugiau kaip 80 smegduobių, teritorija yra ypač sukarstėjusi. Kai 1 km^2 yra nuo 50 iki 80 smegduobių, kraštovaizdis traktuojamas kaip labai sukarstėjęs. Kai smegduobių tankis yra nuo 20 iki 50, karstinis kraštovaizdžio pokytis yra vidutiniškas, kai smegduobių yra mažiau, atitinkamas plotas laikomas mažai sukarstėjusiu. Lietuvoje aktyvūs karstiniai procesai vyksta Biržų ir Pasvalio rajonuose. Jie yra Tatulos ir Įstro upių baseine. Draudimų ir apribojimų pažeidimai, vykdant ūkinę veiklą aktyvaus karstinio proceso pažeistose teritorijose, yra susiję su gruntinio ir požeminio vandens teršimo rizika.

Sunkiųjų mašinų ir mechanizmų – traktorių, kombainų, buldozerių, ekskavatorių, statybinių kranų, krovininių automobilių, kitos žemės ūkio, pastatų statybos ir kelių tiesybos bei komunikacijų tiesimo darbams technikos naudojimas yra susijęs su dirvožemio paviršiaus tankinimu. Sutankinto dirvožemio drėgmės imlumas sumažėja, dėl deguonies stokos jame ima vyrauti redukcijos procesai. Azoto trioksido

jonas NO_3^-, veikiamas dirvožemio anaerobinių bakterijų fermentų nitratreduktazės, nitritreduktazės, NO-reduktazės, N_2O-reduktazės, nuosekliai transformuojasi į dujinį azotą:



$$NO_2^- \rightarrow NO \rightarrow N_2O \rightarrow N_2\uparrow. \quad (1.31)$$

Denitrifikacijos procesai nepažeistame dirvožemyje vyksta gilesniuose jo sluoksniuose, dėl to į aplinką išsiskiria azoto ir to elemento suboksido dujos. Tai yra azoto natūralios apykaitos proceso grandis. Tačiau analogiški denitrifikacijos procesai technogeniniu būdu sutankintame dirvožemyje pažeidžia azoto junginių balansą, kurių nuostoliai siekia iki 40 %. Redukuojami ir kiti dirvožemyje esantys elementai. Mangano oksidas virsta metalinio mangano jonu Mn^{2+}, kuris ištirpsta dirvožemio skystyje ir, tapęs judrus, patenka į augalus. Redukcijos proceso pažeistame dirvožemyje judraus mangano jonų kiekis gali siekti koncentracijų, kurios kenks normaliam augalų vystymuisi. Panašiai kinta ir kiti cheminiai dirvožemio elementai – geležies hidroksidas $Fe(OH)_3$ ir sieros rūgšties radikalas SO_4^{2-}:



$$Fe(OH)_3 + 3H + e^- \rightarrow Fe^{2+} + 3H_2O, \quad (1.32)$$



$$SO_4^{2-} + 8H^+ + 8e^- \rightarrow S^{2-} + 4H_2O. \quad (1.33)$$

Elementarios sieros jonas jungiasi su dirvožemį teršiančiais sunkiaisiais metalais, kurių taip susidarę sulfidai dirvožemyje išlieka ilgesnį laiką.

Iškirstų miškų plotuose vyksta dirvožemio erozija, dėl jos nyksta paviršinis derlingas dirvožemio sluoksnis ir atsidengia žemesni jo sluoksniai. Erozijos pažeistas dirvožemis tampa netinkamas žemdirbystei. O dėl didesnio atmosferos deguonies poveikio dirvožemyje esantys metalai oksidinami ir paverčiami judriais junginiais. Dirvožemyje, naudojamame monokultūroms auginti, ilgainiui smarkiai mažėja augalų maistingųjų medžiagų. Auginami cukriniai runkeliai iš vieno hektaro ploto pasisavina 300 kg azoto, 400 kg kalio, 45 kg magnio. Iš kukurūzų lauko vieno hektaro dirvožemio pasisavinama 70 kg fosfatų. Taigi jei augalininkystėje netaikomos reikiamos agrotechnikos priemonės, dirvožemis smarkiai nualinamas ir netenka pagrindinių gamtinių savybių.

Dėl komercinio spygliuočių miško auginimo padidėja dirvožemio rūgštingumas, iškirtus medžius miškas tampa mažai tinkamas tiek žemdirbystei, tiek komercinei miškininkystei. Dirvožemio derlingumas taip pat mažėja dėl rūgščiųjų atmosferos kritulių. Dirvožemiui rūgštėjant, pažeidžiamos jo buferinės savybės, išplaunami jonai, reikalingi augalų mitybai, tarp jų – geležies Fe^{2+} ir magnio Mg^{2+} jonai. Kita dirvožemio rūgštėjimo pasekmė – mikroorganizmų, dalyvaujančių augalų mitybos

procesuose, vystymosi sulėtėjimas. Taip pat sutrinka fosfatų ir kitų augalų maistingųjų medžiagų apykaita.

Sunkieji metalai į dirvožemį patenka su atmosferos krituliais, kietųjų dalelių pavidalu, teršiant dirvožemį pavojingosiomis atliekomis, užkasant jame neišvalytą nuo sunkiųjų metalų nuotekų valyklų dumblą, išmetant automobilių, kuriuose deginamas švino junginių turintis benzinas, deginius. Dirvožemis sunkiaisiais metalais – kobaltu, švinu, nikeliu, variu ir kt. – teršiamas karinių mokymų metu sprogdinant sprogmenis bei šaudant karinių poligonų šaudyklose.

Švino junginiai kaupiasi dirvožemyje. Kai į dirvožemio sudėtį įeina daugiau fosfatų, jame dažniausiai pasitaiko tokių netirpių švino junginių: $Pb_3(PO_4)_2$, $Pb_4O(PO_4)_2$, $Pb_5(PO_4)_3OH$. Turtingame kalkių dirvožemyje vyrauja švino karbonatas $PbCO_3$. Dirvožemyje, kuriame vyksta redukcijos reakcijos, daugėja švino sulfato $PbSO_4$ ir švino sulfido PbS. Švino junginiais dar netolimoje praeityje daugiausiai būdavo užterštos greta automagistralių esančios teritorijos. Uždraudus naudoti benzino tetraetilšvino priedą, pakelių teršimas švino junginiais ėmė sparčiai mažėti. Tačiau automagistralių pakelių dirvožemis dar išlieka labai užterštas sunkiaisiais metalais.

Atlikus dirvožemio užtaršos sunkiaisiais metalais tyrimus prie „Via Baltica" automagistralės ir Klaipėdos žiedo, nustatyta, kad 25 m atstumu nuo automagistralės kelkraščio švino koncentracija 1,8 karto viršijo jos ribinę vertę ir buvo 4 kartus didesnė nei foninė švino koncentracija dirvožemyje. Netoli automagistralės važiuojamosios dalies švino koncentracijos vertė viršijo ribinę 3,8 karto. Foninių koncentracijų dydžius viršijo ir kiti sunkieji metalai – nikelis bei varis [19].

V. Gregorauskienė apžvelgė Lietuvoje nuo 1985 m. atliktus miestų teritorijų geocheminės užtaršos duomenis. Autorė padarė išvadą, kad Vilniaus miesto Šnipiškių gyvenamojo rajono, Mažeikių rajono įmonės „AB Mažeikių nafta" poveikio zonos dirvožemis, Alytaus miesto pramonės rajono, Kėdainių įmonės „Lifosa" teritorijos dirvožemis yra užterštas sunkiaisiais metalais (švinu, nikeliu), taip pat cheminiais elementais, būdingais skirtingoms įmonėms teršalais (stronciu, lantanu, fosforu, vanadžiu ir kt.). Autorė pažymi, kad Lietuvoje nėra dirvodarinių uolienų, prasidedančių 1,5 m gylyje, užtaršos normų. Todėl gyvenamųjų namų statybos kartais vykdomos rekultivuotų sąvartynų papėdėse, iš kur vyksta teršalų migracija [20].

Tarp dirvožemyje egzistuojančių gyvųjų organizmų jautriausi švino poveikiui aktinomicetų grybeliai (*Actynomices)* ir bakterijos, pasisavinančios azotą. Kai švino koncentracija nuotekose siekia 0,1 mg/*l*, pažeidžiamas biologinių valymo įrenginių aktyvusis dumblas, žolei kenksminga švino koncentracija dirvožemyje didesnė kaip 360 mg/kg, medžiams – 1,6 g/kg. Pažymėtina, kad augalai yra atsparesni švino poveikiui nei gyvūnai. G. Fellenbergo duomenimis, pasitaikė atvejų, kai urbanizuotos teritorijos nupjautame šiene švino koncentracija siekė 6,7 kg kilograme sausos medžiagos [12]. Stambių raguočių apsinuodijimo simptomai išryškėja, šeriant šienu, kuriame yra apie 50 mg/kg švino.

Kadmis į dirvožemį patenka kartu su organinių medžiagų degimo produktais arba tręšiant dirvožemį fosforo organinėmis medžiagomis. Rūgščiajame dirvožemyje kadmis yra gana judrus, todėl jame nesikaupia. Kai dirvožemio pH vertė yra didesnė kaip 6, kadmis dirvožemyje užsilieka ilgesniam laikui, tačiau jo kumuliacija dirvožemio humuse yra mažesnė nei švino. Dirvožemyje vyraujant redukcijos procesams, jame dažniau pasitaiko kadmio sulfido. Kadmio karbonato dirvožemyje yra daugiau, kai jo pH siekia 8. Rūgščiajame dirvožemyje taip pat didėja kitų sunkiųjų metalų – vario ir cinko judrumas. Tačiau net mažos vario koncentracijos dirvožemio mikroorganizmams yra nuodingos.

Antropogeninis dirvožemio teršimas daugiausia susijęs su **augalų apsaugos produktų** ir kitų insekticidų naudojimu. Pirmas sintetinis insekticidas DDT (4,4-**d**ichlor**d**ifenil-**t**richlormetil-metanas) buvo panaudotas 1940 m., siekiant sunaikinti maliarijos sukėlėjų populiaciją. Vėliau pastebėta, kad tas chloro organinis junginys intensyviai adsorbuojamas tiek dirvožemio humuso, tiek molio, jis taip pat pasižymi mažu judrumu ir išlieka dirvožemyje 2–5 metus. Panašiomis savybėmis pasižymi ir kitas chloro organinis pesticidas – lindanas. Šlapalo dariniai ir S-triazinai dirvožemyje degraduoja per 2–18 mėnesių, fosforo rūgšties eteriai, tarp jų parationas, bei karbamatai, tarp jų manebas, per 1–12 savaičių. Visi išvardyti augalų apsaugos produktai ypač stipriai adsorbuojami dirvožemio humuso. Todėl jų likučiai translokacijos būdu gali patekti į maistinguosius augalus, vėliau – į žolėdžių organizmus ir per mitybos grandinę – į žmogaus organizmą.

Nafta ir jos produktai į dirvožemį patenka naftos verslovių teritorijoje, žalią naftą ir jos produktus vežant geležinkeliu, įvykus naftotiekio arba produktotiekio avarijai, taip pat naftai (naftos produktams) išsipylus terminaluose, skystojo kuro degalinėse, katilinėse, eismo įvykių metu. P. Baltrėnas ir kt., atlikę Lietuvos teritorijos karinių poligonų dirvožemio tyrimus, nustatė jo užterštumą benzinu, dyzelinu, tepalais, krosnių kuru, mazutu, taip pat etilenglikoliu, dichloretanu ir kitomis organinėmis cheminėmis medžiagomis. Gaižiūnų poligono desantinio aerodromo dirvožemyje, 10–100 m nuo karinių lėktuvų kilimo ir tūpimo tako, naftos produktų koncentracija siekė 225,6–290,7 mg/kg, jos vidutinė vertė sudarė 89,7 mg/kg. Tokia dirvožemio užtarša beveik du kartus viršijo Lietuvos aplinkos norminių dokumentų reglamentuojamą foninę naftos produktų koncentracijos vertę dirvožemyje (50 mg/kg), tačiau buvo daug mažesnė nei ribinė koncentracijos vertė pagal Lietuvos higienos normos reikalavimus (500 mg/kg) [21].

Ištyrus Kairių poligono autodromo teritorijos dirvožemio mėginius, nustatyta, kad naftos produktų koncentracijos siekė nuo 55,3 mg/kg iki 128,9 mg/kg. S. Vasarevičius ir kt. [22] nustatė, kad Gaižiūnų poligono dirvožemio naftos produktų teršalai migruoja į gilesnius dirvožemio sluoksnius.

R. Idzelis ir kt. ištyrė geležinkelio sankasos Vilnius – Naujoji Vilnia grunto taršą. Ištyrus apie 50 grunto mėginių, nustatyta, kad grunto užtarša naftos produktais tiek

dirvožemio paviršiniame sluoksnyje, tiek 5–20 cm gylyje iki 1,8–2,0 kartus viršijo leistinąjį ribinį užterštumą ir net per 150 kartų viršijo gamtinį foną [23].

Atlikus į Lietuvą iš Venesuelos importuojamo skystojo kuro orimulsijos skvarbos į dirvožemio tyrimus, konstatuota, kad tirtos medžiagos skvarbos gylis priklauso nuo dirvožemio mechaninės (granuliometrinės) sudėties ir jo sutankinimo. Sausame nesutankintame smėlyje orimulsijos skvarba siekia 100–1 105 mm, o lengvajame priemolyje – tik 5 mm [24].

Urbanizuotos teritorijos technogeninę užtaršą iliustruoja Klaipėdos mieste atlikti vaikų ugdymo, mokymo, mokslo, sveikatos priežiūros įstaigų ir kitų žemės sklypų grunto geocheminės sudėties tyrimai. Ištirtas grunto mėginių užtaršos koeficientas 13 sunkiųjų metalų (Cr, Co, Cu, Mn, Ni, Pb, Sn, Zn ir kt.) ir naftos produktais (C_6- C_{28}). Tyrimai atlikti 103 Klaipėdos miesto vietose. 19,4 % ištirtų vietų grunto užtaršos koeficientas įvertintas kaip vidutiniškai pavojingas, 5,8 % – kaip pavojingas. Dažniausiai ribinius dydžius viršijo Cr ir Zn koncentracijų vertės. Grunto užtarša angliavandeniliais (C_6-C_{28}) penktadalyje ištirtų Klaipėdos miesto vietų siekė pavojingą lygį [25]. Technogeninį poveikį dirvožemiui taip pat daro rūgštieji krituliai, dulkių, suodžių iškritos. Dėl dirvožemio netausojančio ūkininkavimo Žemėje liko tik 27 % ekologiškai nepažeistų teritorijų. Europoje iš dalies ar visiškai pažeista 84,3 % teritorijų, Azijoje – 56,5 %, Afrikoje – 51,2 % [26].

1.3. Aplinkos taršos poveikis biologinei įvairovei ir jos išsaugojimo problemos, genetiškai modifikuotų organizmų gamybos ir platinimo rizika

Organinių liekanų tyrimų duomenys byloja apie tai, jog per pastaruosius 500 mln. metų buvo penki arba šeši katastrofiški skaitlingiausių gyvūnų rūšių išnykimo periodai. Mokslininkams kol kas nepavyko išaiškinti milžiniškų gyvūnų populiacijų žūties priežasčių. Tačiau neabejotina, kad tai nėra buvusios antropogeninės veiklos pasekmės. Dabartiniu metu pasaulio ekologai, tarptautinės organizacijos, daugelio šalių politikai reiškia didelį susirūpinimą dėl antropogeninio poveikio gyvajai gamtai pasekmių ir dėl biologinės įvairovės išsaugojimo.

Pagal biologinės įvairovės sąvokos apibrėžtį jos pagrindiniai rodikliai yra tokie:

- rūšių skaičius,
- rūšių skaičius, tenkantis vienam teritorijos ploto vienetui,
- gaminamos biomasės kiekis.

Pagal Biologinės įvairovės konvenciją pripažinta biologinės įvairovės ekologinė, gamtinė, socialinė, ekonominė, mokslinė, pažintinė, kultūrinė, rekreacinė, estetinė reikšmė.

Istorinėje retrospektyvoje Žemėje egzistavo apie 0,5 mlrd. gyvųjų organizmų rūšių. Dabartiniu metu jų liko tik keliolika milijonų. Gyvųjų organizmų rūšies vidutinė egzistencijos trukmė yra apie 5 mln. metų. O pagal atliktus tyrimus nustatyta, kad kas 1 mln. metų išnykdavo 900 tūkstančių gyvųjų organizmų rūšių. Taigi viena rūšis išnyksta vidutiniškai kas vieneri metai, vieną mėnesį ir dešimt dienų, t. y. penkis kartus greičiau, nei būtų išnykusi normaliomis sąlygomis [8].

Remiantis mokslininkų skaičiavimais, vien per paskutinį tūkstantmetį miškai iškirsti 50–70 % Žemės teritorijos. Azijos ir Afrikos teritorijų miškų plotai dėl jų iškirtimo kasmet sumažėja 2–4 mln. ha, Lotynų Amerikos – 5–10 mln. ha. Šiaurės Amerikos ir Europos miškai nyksta dėl antropogeninės taršos. Jų plotai kasmet sumažėja atitinkamai 40 ir 12 tūkst. ha. Besivystančiose šalyse mediena naudojama būstui šildyti ir maistui ruošti. Tiems tikslams kiekvienas gyventojas per metus vidutiniškai sudegina 700 kg medienos. Ypatingą susirūpinimą kelia tropinių miškų, vadinamųjų planetos plaučių intensyvus (15–20 ha per minutę) kirtimas.

Prieš daugelį metų tropiniai miškų plotai sudarė 1,5–1,6 mlrd. ha, o XX a. pabaigoje jų liko tik 900 mln. ha, t. y. apie 6 % Žemės paviršiaus. Tropinės salos Madagaskaro teritorijoje iškirsta trys ketvirtadaliai miškų, Kinijos ir Indijos lygumose liko tik 5 % miškingų plotų. Prognozuojama, kad atsižvelgiant į tolesnį tropinių miškų kirtimo intensyvumą iki 2020–2040 m. jie gali visiškai išnykti. Vien Lotynų Amerikos miškuose priskaičiuojama apie 20 % Žemėje egzistuojančių biologinių rūšių, tiek pat jų yra Azijos ir Afrikos miškuose. Biologinių rūšių nykimas taip pat vyksta savanose, koralų rifuose, kurių bendras plotas – 400 tūkst. km^2, ardinėse (sauso klimato dykumų ir pusdykumių) teritorijose.

Žymus ornitologas A. Vilsonas (*Wilson*) 1850 m. stebėjo migruojančių balandžių tuntą, kuris daugiau kaip 4 valandoms buvo uždengęs visą matomą dangaus paviršių. Šio mokslininko skaičiavimais, paukščių tunto ilgis siekė 240 mylių, plotis – 1 mylią, balandžių skaičius milžiniškame tunte galėjo siekti 2 milijardus. Tačiau jau XX a. pirmajame dešimtmetyje šios paukščių rūšies dėl masinio naikinimo visiškai nebeliko. Didžiųjų miestų priemiesčiuose dėl gyventojų įpročio pramogaujant gaudyti peteliškes daugelis jų rūšių visiškai išnyko. Nuo XVII a. pradžios iki XX a. pabaigos Žemėje išnyko 68 žinduolių, 130 paukščių, 28 roplių, 6 žuvų rūšys. Vien Australijoje išnyko 7 kengūrų rūšys, Havajų salose išmirė 60 % paukščių rūšių. Europos šalyse – Prancūzijoje, Vokietijoje, Rumunijoje, Rytų Prūsijoje – XVII–XVIII a. sunaikinti visi stumbrai.

Dar prieš 200 metų Komandorų salas (Tolimieji Rytai) supančiuose vandenyse gyvavo jūrų žinduolių klasės atstovė – Stelerio karvė. Šio žolėdžio kūno ilgis siekė 10 m, masė – 3,5 tonos. Išnaikinus šį milžinišką gyvūną, netekta ne tik reto jūrų faunos atstovo, bet ir svarbaus maistingųjų baltymų šaltinio. XIX a. išnaikintas Afrikos žemyne gyvenęs stepės zebras *Equus quagga*, priklausęs arklių rūšiai. Madagaskaro saloje dar XX a. viduryje augo 12 tūkst. augmenijos rūšių, apie 19 tūkst. gyvūnų

rūšių, iš kurių 60 % buvo laikomi endemikais. Sunaikinus beveik visus salos rytinės dalies miškus, augmenijos ir gyvūnijos rūšių sumažėjo per pusę. Afrikos kontinente esančiame Malavio ežere 99 % besiveisiančių žuvų yra endemikai. Tačiau joms gresia išnykimas dėl ežero teršimo ūkinės veiklos nuotekomis. Vakarų Ekvadore (Pietų Amerika) priskaičiuojama 8–10 tūkst. augmenijos rūšių, iš kurių 40–60 % endemikai. Tačiau 1960 m., pradėjus plėtoti bananų plantacijas ir steigti naftos gavybos versloves, imta masiškai naikinti čia augančius miškus.

Vokietijos statistiniais duomenimis, šioje šalyje nykstančiais laikomos 56 % stuburinių (53 % žinduolių, 52 % paukščių, 71 % gėlavandenių žuvų rūšių), 39 % bestuburių gyvūnų rūšių, 30 % augalijos rūšių. Per pastarąjį šimtmetį Vokietijoje išnyko 7,5 % stuburinių gyvūnų, 2 % augalijos rūšių [11].

Vykstant globalizacijos procesams ekonomikoje, plečiantis tarptautinei prekybai, transportui, turizmui, kitoms žmonių migracijos rūšims, išnykstant pasienių barjerams prekėms judėti, vis daugiau svetimų organizmų rūšių atsitiktinai ar turint apgalvotus tikslus perkeliamos už jų natūralaus paplitimo ribų. Svetimos rūšys, įkurdintos naujajame areale, gali kelti rimtų ekologinių, ekonominių, taip pat visuomenės sveikatos saugos problemų. Įsikūrusios rūšys kelia grėsmę biologinei arealo įvairovei, kai kurios iš jų tampa invazinėmis. Antai įvežti į Australiją ir sparčiai besidaugindami triušiai XIX a. pabaigoje buvo užėmę trečdalį šio kontinento teritorijos ir dideliuose plotuose sunaikino vietinių senbuvių ožkų gamtinius pašarus. Australijos ožkų populiacija, netekusi tinkamo maisto, patyrė didžiulių nuostolių. Praėjusio amžiaus viduryje triušius imta naikinti užkrečiant mirtinu miksomatozės virusu, kurio tarpiniai šeimininkai yra uodai. Tačiau ilgainiui, vykstant miksomatozės viruso mutacijoms ir atsiradus atsparioms virusui triušių veislėms, jo veiksmingumas sumažėjo keturis kartus. Todėl Australijos Vyriausybei teko imtis papildomų veiksmingų priemonių, tarp jų – Aplinkos apsaugos ir biologinės įvairovės išsaugojimo įstatymo (*Environmental Protection and Biodiversity Conservation Act 1999*) priėmimo, įsigaliojusio 1999 m. Australijos aplinkos būklės atliktos analizės duomenimis, įdiegtos priemonės triušių populiaciją sumažino 90 % [27].

K. Šešelgio duomenimis, su Lietuvoje vykdoma ūkine veikla yra susijęs žuvims neršti tinkamų plotų nykimas, apie 17–20 kartų mažėjantis vertingų žuvų laimikis. Praėjusio amžiaus ketvirtajame dešimtmetyje baigus naikinti vietinius bebrus, jų teko introdukuoti iš Rusijos ir kaimyninės Baltarusijos. Bebrų perkėlimas į mūsų šalies gamtinę aplinką pavyko, jie greitai prigijo ir plačiai paplito. Taip pat pavyko Lietuvoje reintrodukuoti tauriojo elnio populiacijas. Tačiau iš Baltarusijos atklydusį labai vislų plėšrūną mangutą dėl jo agresyvumo paukščių atžvilgiu ir su juo susijusio pavojaus pasiutligei plisti teko naikinti. Per keliolika metų buvo sunaikinta daugiau kaip 98 % manguto populiacijos [28].

XX a. pabaigoje Lietuvoje buvo žinoma daugiau kaip 530 svetimų rūšių augalų, 10 nevietinių grybų ir kerpių rūšių. Į Baltijos jūrą svetimi organizmai patenka iš laivų

išleidžiant balastinius vandenis. Per pastarąjį šimtmetį Lietuvoje bandyta introdukuoti 13 žinduolių, 22 žuvų ir vėžių rūšių, taip pat kelias paukščių ir vėžiagyvių rūšis. Tačiau tiktai kai kurių gyvūnų rūšių (Kanados audinės, ondatros, sidabrinio karoso) introdukcija buvo sėkminga. Aplinkos ministerijos duomenimis, Lietuvoje 1999–2001 m. beveik trečdaliu sumažėjo tauriųjų elnių ir briedžių populiacija. Dėl 1995–2001 m. užregistruotų penkių žymesnių naftos produktų išsiliejimų ir padidėjusios antropogeninės apkrovos padidėjo jūros vandenyse žiemojančių paukščių nuostoliai. Teigiama, kad antropogeninei apkrovai ypač jautrios ledinės antys, nuodėgulis ir sibirinės gagos [29]. Kita su biologine įvairove susijusi problema – invazinių kraujasiurbių mašalų Pietryčių Lietuvoje daugėjimas. Alytaus apskrityje daugiausia yra paplitusi upinių kraujasiurbių mašalų rūšis *Byssodon maculatus*. Šio mašalo seilėse yra paukščiams ir galvijams nuodingų medžiagų. Mašalo įkandimas sukelia alerginę odos reakciją, karščiavimą, gali sutrikti širdies veikla. Todėl nuo 1999 m Lietuvoje kasmet vyksta šios invazinės rūšies naikinimo darbai [30].

Apibendrinant pateiktus pavyzdžius, galima išvardyti tokias biologinės įvairovės nykimo ir atskirų biologinių rūšių išnykimo priežastis:

- gyvojo pasaulio evoliucijos procesai, gamtiniai kataklizmai, miškų, durpynų gaisrai, tarp jų ir sukelti žmonių;
- gyvūnų rūšių tarpusavio kova, populiacijų ir bendrijų antagonizmas;
- žmonių populiacijos didėjimas Afrikos, Azijos, Lotynų Amerikos šalyse, miestų ir gyvenviečių plėtra;
- ekstensyvioji žemdirbystė, pesticidų ir kitų agrochemijos preparatų naudojimas žemės ūkyje, gyvulininkystės ūkių plėtojimas tropiniuose miškuose;
- miškų iškirtimas, krūmynų naikinimas, vertingos medienos eksportas, miškų, veikiamų aplinkos oro technogeninės taršos, naikinimas;
- hidroelektrinių, kitų inžinerinių įrenginių statyba, komunikacijų, autotransporto magistralių tiesimas per vertingų biologinių rūšių biotopus;
- gyventojų migracija ir jų apsigyvenimas teritorijose, pasižyminčiose biologinių rūšių gausa, didžiųjų miestų plėtra;
- melioracija, irigacija, sunkiosios statybos ir žemės ūkio technikos naudojimas;
- naftos, gamtinių dujų verslovių, kitų gamtos išteklių gavybos plėtra;
- aplinkos oro, vandens telkinių, dirvožemio technogeninė tarša, paviršinių vandens telkinių pertvarkymas, jų eutrofikacija;
- svetimų biologinių rūšių introdukcija, genetiškai modifikuotų organizmų ir produktų sukūrimas, gamyba ir išleidimas į rinką;
- globalinė klimato kaita;
- intensyvus biologinių išteklių naudojimas, komercinė medžioklė ir žvejyba, brakonieriavimas, plačiai paplitęs turizmas;
- netausojamasis gyvųjų organizmų naudojimas moksliniams eksperimentams, kitokiems tyrimams, prabangos prekėms gaminti ir realizuoti, dirbtinis jų per-

kėlimas į urbanizuotą aplinką, zoologijos sodų steigimas, gyvūnų naudojimas pramogoms bei kitiems pasirodymams.

Gyvųjų organizmų rūšių išnykimo pasekmės yra tokios:

- menkėja augalijos ir gyvūnijos genofondas, mažėja galimybės, taikant genų inžinerijos metodus, gauti naujas rūšis, pasižyminčias geresnėmis ir naudingesnėmis savybėmis;
- išnyksta mažai žinomos arba dar visiškai nepažintos rūšys, dėl to nukenčia biologijos mokslas;
- pažeidžiama ekosistemų darna, sutrinka arba nutrūksta trofinės grandys;
- išnykus kurios nors rūšies populiacijai arba kelioms populiacijoms, mažėja likusiųjų populiacijų genofondo tarpusavio apsikeitimo galimybės ir likusiųjų populiacijų gebėjimas prisitaikyti prie aplinkos pokyčių;
- mažėja ekosistemų produktyvumas ir kraštovaizdžio estetinė, pažintinė, rekreacinė vertė.

Siekiant išsaugoti Žemėje, atskiruose regionuose ir šalyse biologinę įvairovę, taikytinos tokios kompleksinės priemonės:

- tausojamasis miškų kirtimas, sanitarinis valymas, užpelkėjusių miškų plotų melioracija, atkuriamosios miškininkystės plėtojimas, kova su medžių kenkėjais, miškų gaisrų prevencija;
- saugomų teritorijų – valstybinių rezervatų, nacionalinių parkų, gamtos draustinių steigimas ir jų priežiūra;
- retų ir nykstančių augalijos ir gyvūnijos rūšių apsauga, Raudonosios knygos išleidimas ir tvarkymas;
- svetimų augalijos ir gyvūnijos rūšių apgalvotos ir atsitiktinės introdukcijos bei reintrodukcijos valstybinis reguliavimas ir kontrolė;
- fitosanitarinės kontrolės sistemos sukūrimas ir jos veiklos veiksmingumo užtikrinimas;
- išnykusių ar išnaikintų vietinių rūšių reintrodukcijos priemonių taikymas;
- biotinės aplinkos antropogeninio teršimo mažinimas;
- gyvūnų apsauga nuo naikinimo, mėgėjiškos ir komercinės medžioklės, žūklės bei žvejybos reguliavimas;
- rūpinimasis laukinių gyvūnų pakankama mityba, kliūčių, trukdančių gyvūnijai migruoti, šalinimas;
- natūralių nerštaviečių išsaugojimas, dirbtinių nerštaviečių įrengimas, natūraliųjų maisto šaltinių gausinimas;
- gyvūnų populiacijos ir jų migracijos nagrinėjimas, dirbtinis gyvūnų veisimas, jų pusiausvyros išsaugojimas;
- visuomenės informavimas, mokymas, dalyvavimas visose biologinės įvairovės išsaugojimo priemonėse.

Pagal **Biologinės įvairovės konvenciją** (toliau – Konvencija) biologinės įvairovės išsaugojimas – bendra žmonijos pareiga. Valstybės naudojasi suvereniomis teisėmis

į savo biologinius išteklius, tačiau jos yra atsakingos už savo biologinės įvairovės išsaugojimą ir biologinių išteklių tausojamąjį naudojimą. Pagal Konvencijos 6–10 straipsnius kiekviena šalis:

- rengia biologinės įvairovės išsaugojimo ir stabilaus naudojimo nacionalinę strategiją, planus bei programas;
- numato biologinės įvairovės apsaugos ir stabilaus naudojimo priemones šakiniuose ir tarpšakiniuose planuose;
- išskiria biologines rūšis, turinčias svarbią reikšmę joms išsaugoti ir stabiliai naudoti;
- vykdo biologinės įvairovės monitoringą, kaupia ir sistemina biologinės įvairovės monitoringo duomenis;
- apibrėžia veiklą, kuri daro ar gali daryti ypač nepalankią įtaką biologinei įvairovei arba stabiliam jos naudojimui;
- sukuria saugomų teritorijų sistemą;
- remia ekosistemų, natūraliųjų buveinių apsaugą ir gyvybingų populiacijų išsaugojimą jų gamtinėmis sąlygomis, imasi priemonių degraduotoms ekosistemoms atgaivinti;
- numato ir įgyvendina priemones, skirtas grėsmėms kontroliuoti ir apriboti, susijusias su gyvūnų naudojimu ir jų išnykimu, neleidžia introdukuoti svetimas rūšis;
- rengia ir įgyvendina teisės aktus, susijusius su biologinės įvairovės išsaugojimu, reglamentuoja ir reguliuoja procesus, galinčius neigiamai veikti biologinę įvairovę ir stabilų jos naudojimą;
- teikia gyventojams paramą rengiant ir įgyvendinant priemones, kurios leidžia pagerinti būklę pažeistose teritorijose;
- skatina valstybės valdymo ir privačių asmenų bendradarbiavimą, organizuoja specialistų rengimą;
- skatina ir remia tyrimus, padedančius saugoti ir stabiliai naudoti biologinę įvairovę, taip pat remia jų rezultatų įgyvendinimą.

Konvencija taip pat nustato reikalavimus abipusiam šalių keitimuisi informacija, finansavimo išteklių reikmes ir jų skirstymo mechanizmus, ryšius su kitomis tarptautinėmis konvencijomis. Konvencijoje reglamentuojami jos įgyvendinimo organai (šalių konferencija, sekretoriatas, mokslinių techninių ir technologinių konsultacijų tarnyba) ir procedūros (pranešimai, protokolų priėmimas, ginčų sprendimas ir kt.).

Europos Sąjungos šalys, siekdamos saugoti biologinę įvairovę, taip pat vadovaujasi Tarybos direktyva „Dėl natūraliųjų buveinių ir laukinės gyvūnijos bei augmenijos išsaugojimo“ 92/43/EEC bei 1997 m. Europos laukinės gamtos ir natūraliųjų biotopų apsaugos konvencija (Berno konvencija).

Lietuvos Respublikoje priimti teisės aktai, kuriuose Europos Sąjungos direktyvų reikalavimai perkelti į nacionalinę teisę. Tai – Lietuvos Respublikos saugomų

gyvūnų, augalų ir grybų rūšių ir bendrijų, Gyvūnų globos, laikymo ir naudojimo, Gyvūnijos įstatymai, taip pat jų Introdukcijos, reintrodukcijos ir perkėlimo tvarka, Invazinių rūšių organizmų kontrolės ir naikinimo tvarka.

Pagal Introdukcijos, reintrodukcijos ir perkėlimo tvarkos reikalavimus į Lietuvos Respubliką leidžiama įvežti tik tuos organizmus, kurie atitinka veterinarijos, fitosanitarijos, visuomenės sveikatos saugos ir kitus privalomuosius teisės aktuose nustatytus reikalavimus. Tvarkoje nustatyta valstybinių tarnybų – Maisto ir veterinarijos, Augalų apsaugos bei Valstybinės visuomenės sveikatos priežiūros tarnybos prie Sveikatos apsaugos ministerijos – funkcijos kontroliuojant nevietinių rūšių įvežimą, juos įkuriant ar kitaip platinant mūsų šalies teritorijoje.

Draudžiama į Lietuvą įvežti kenksmingus organizmus ir kenksmingais organizmais užterštus augalus. Juridiniai asmenys, norintys introdukuoti naujas rūšis arba reintrodukuoti išnykusias (sunaikintas) rūšis į gamtinę aplinką, privalo parengti rūšies introdukcijos (reintrodukcijos) projektą. Jame turi būti įvertintas įkurdinamos rūšies individų taksonominis statusas atliekant genetinius tyrimus, nustatytas optimalus jų skaičius, amžius, taip pat turi būti detaliai išnagrinėti biotiniai ir abiotiniai veiksniai, reikalingi rūšiai egzistuoti, įvertintas galimas rūšies poveikis ekosistemai. Įkurdinus naują rūšį, penkerius metus turi būti vykdoma jos stebėsena.

Pagal Invazinių rūšių organizmų kontrolės ir naikinimo tvarkos reikalavimus naikinant užkrečiamųjų ligų sukėlėjus, jų pernešėjus ir kitus gyvuosius organizmus, keliančius riziką ar darančius neigiamą įtaką žmonių, kitų gyvųjų organizmų sveikatai, maistui, turtui ir aplinkai, pirmenybė teikiama biologiniams būdams. Taikant kitus naikinimo būdus (mechaninius, fizikinius, cheminius), turi būti pasirūpinta aplinkos apsauga, taip pat darbuotojų, atliekančių naikinimą, sauga ir kitų žmonių bei kitų gyvųjų organizmų sveikata.

Aplinkos ministro patvirtintoje Introdukcijos, reintrodukcijos ir perkėlimo programoje 2002–2007 m. planuota imtis rinkos dalyvių, kontrolės tarnybų pareigūnų, plačiosios visuomenės informavimo, švietimo ir mokymo priemonių, sukurti nevietinių rūšių duomenų bazę, riboti atsitiktinę ir nuosekliai vykdyti planuotą introdukciją bei reintrodukciją.

Lietuvos Raudonoji knyga pradėta 1976 m., ją tvarko atitinkama komisija prie Aplinkos ministerijos. Tarptautinė gamtos ir gamtos išteklių apsaugos sąjunga 1966 m. nykstančias rūšis suskirstė į penkias kategorijas.

Į Lietuvos Raudonąją knygą įrašomos išnykusios arba galimai išnykusios rūšys, nykstančios rūšys, kurių populiacijos baigia išnykti ir jas įmanoma išsaugoti tik taikant specialiąsias apsaugos priemones, sparčiai nykstančios rūšys, kurių populiacijos mažėja visame paplitimo areale, retos rūšys, pasižyminčios populiacijos mažėjimu didesnėje paplitimo arealo dalyje, retos, nepakankamai ištirtos rūšys, išsaugotos rūšys.

Į Lietuvos Raudonąją knygą įrašyta daugiau kaip 760 rūšių, iš to skaičiaus daugiau kaip 300 augalų, per 100 grybų, per 20 žinduolių, daugiau nei 70 paukščių ir kt. Apie įrašytas į Raudonąją knygą augalijos ir gyvūnijos rūšis registruojami tokie duomenys: lotyniškas ir lietuviškas rūšies pavadinimas, sisteminė priklausomybė, apsaugos statusas, bendras paplitimas, augimo (veisimosi) vietos, biotopas, skaitlingumas, jo kitimo tendencijos, trukdantys plisti veiksniai, biologiniai ir ekologiniai rūšies ypatumai, lemiantys skaitlingumo mažėjimą arba nykimą, bandymai auginti arba dirbtiniu būdu veisti nelaisvėje, taikomos (reikalingos taikyti) rūšies išsaugojimo priemonės, informacijos šaltiniai, rūšies atstovo paveikslas, paplitimo Lietuvoje žemėlapis.

Siekiant sudaryti gamtinį karkasą ir sustabdyti biologinės įvairovės nykimą, Lietuvoje nustatytos saugomos teritorijos. Tai – valstybiniai rezervatai, nacionaliniai parkai, regioniniai parkai, gamtos draustiniai, apsaugos zonos ir juostos, specialiosios paskirties teritorijos, gamtinis karkasas. Saugomoms teritorijoms tenka 11,9 % Lietuvos teritorijos ploto. Jos suskirstytos į keturias kategorijas:

- išsaugančiosios (konservacinės) – rezervatai, draustiniai, saugomi kraštovaizdžio objektai;
- apsaugančiosios (prezervacinės) – ekologinės apsaugos zonos;
- gamtos išteklius atkuriančiosios (rekuperacinės) – saugomi gamtos išteklių sklypai;
- kompleksinės paskirties (integracinės) – nacionaliniai ir regioniniai parkai, rezervatai.

Rezervatų steigimo tikslai – išsaugoti natūraliąsias tipiškas arba unikalias kraštovaizdžio teritorijas, tirti natūraliai vykstančius gamtos reiškinius ir procesus, rengti mokslinius gamtos apsaugos pagrindus. Rezervatuose draudžiama ūkinė veikla. Lietuvoje nuo 1937 m. iki 1991 m. įsteigti keturi valstybiniai gamtiniai rezervatai – Žuvinto, Čepkelių, Kamanų, Viešvilės ir du kultūriniai rezervatai. Gamtinių ir kultūrinių rezervatų bendras plotas – 24,0 tūkst. ha.

Nacionalinių parkų steigimo tikslai – išsaugoti, tvarkyti ir racionaliai naudoti etnokultūrinį palikimą, vertingus moksliniu požiūriu kraštovaizdžio kompleksus, plėtoti mokslinius tyrimus gamtosaugos, paminklosaugos ir ekologijos srityse, sudaryti sąlygas rekreacijai ir turizmui. Nacionalinio parko teritorija gali būti suskirstyta į rezervatinę, draustinių, rekreacinę, ūkinę. Ji tvarkoma pagal specialiąsias schemas: žemėtvarkos, miškotvarkos, vandentvarkos, gyvenviečių planavimo, kaimų regeneracijos. Lietuvoje įsteigti penki nacionaliniai parkai – Aukštaitijos, Dzūkijos, Žemaitijos, Kuršių nerijos, Trakų istorinis parkas. Iš jų keturi pastarieji – 1991 m. Bendras nacionalinių parkų plotas – 152,7 tūkst. ha.

Regioniniai parkai steigiami kraštovaizdžio kompleksams, vertingoms ekosistemoms saugoti, jų rekreaciniam ir ūkiniam potencialui reguliuoti. Regioniniai parkai skirstomi į upių slėnių, ežeringų girių, sudėtingų kraštovaizdžio kompleksų, unikalių kraštovaizdžio kompleksų, kraštovaizdžio objektų (geologiniai unikalūs rieduliai,

uolos, smegduobės, atodangos, mineralų radimvietės, ypatingo debito šaltiniai, kalvos, daubos, gūburiai, senvagės, kriokliai, unikalūs medžiai, augalai, įtraukti į Raudonąją knygą). Lietuvoje 1992 m. įsteigtų 30 regioninių parkų bendras plotas sudarė 436,0 tūkst. ha.

Draustiniai steigiami siekiant išsaugoti, atkurti atskirus gamtos komplekso elementus, kurie turi mokslinę, mokymo, estetinę, pažintinę, kultūrinę, ūkinę reikšmę. Jie skirstomi į valstybinius, savivaldybių, nacionalinių, regioninių parkų, biosferos stebėsenos teritorijų draustinius. Lietuvoje įsteigti gamtiniai (geologiniai, geomorfologiniai, hidrografiniai, botaniniai, zoologiniai), kultūriniai (archeologiniai, istoriniai, etnokultūriniai, architektūriniai, urbanistiniai), kompleksiniai draustiniai. Lietuvos 258 valstybinių draustinių bendras plotas – 150,3 tūkst. ha. Iš to skaičiaus 37,9 % tenka kraštovaizdžio draustiniams, 15,8 % – telmologiniams, 15,3 % – geomorfologiniams, 12,2 % – botaniniams-zoologiniams, 7,9 % – hidrografiniams draustiniams [29].

Viena aktualiausių problemų, susijusių su biologinės įvairovės išsaugojimu, yra genetiškai modifikuotų organizmų (GMO) ir genetiškai modifikuotų produktų (GMP) gamyba ir jų išleidimas į rinką. GMO ir GMP skirti technologinei pažangai augalininkystės ir gyvulininkystės srityse, žemės ūkiui intensyvinti ir jo produktyvumui didinti. Biotechnologinio mokslo atradimai leido pasiekti didelių laimėjimų agrotechnikoje, veterinarijoje, medicinoje ir farmakologijoje. Įvaldžius genų inžinerijos metodus, imta kurti naujus transgeninius organizmus. Dėl GMO ir GMP išleidimo į aplinką ir produktų rinką atsirado kenkėjų, herbicidų ir aplinkos veiksnių poveikiui atsparesnių techninių, pašarinių bei maistinių žemės ūkio kultūrų, produktyvesnių žemės ūkyje auginamų gyvūnų.

Veikla, susijusi su GMO ir GMP, yra vykdoma tokiomis kryptimis:

- riboto naudojimo veikla – tai mokslinė eksperimentinė veikla sukuriant naujus GMO ir GMP, juos dauginant, saugojant, gabenant gamybai, naikinant ir šalinant;
- apgalvotas išleidimas į rinką – tai visus privalomus saugos bei rizikos įvertinimo reikalavimus atitinkančių GMO ir GMP gamyba ir naudojimas;
- teikimas į rinką – GMO ir GMP išleidimas į apyvartą, jų realizavimas, įvežimas, platinimas ar kitoks teikimas juridiniams bei fiziniams asmenims [31].

GMO ir GMP sukūrimas, tyrimas, gamyba, naudojimas ir teikimas rinkai yra aktualūs tokiais aplinkos apsaugos ir visuomenės sveikatos saugos aspektais:

- galima sąveika su vietinėmis rūšimis auginant kultūras genetiškai modifikuotų pasėlių plotuose;
- GMO ir GMP atsitiktinis nekontroliuojamas patekimas į darbo aplinką riboto naudojimo eksperimentinėse laboratorijose ir įmonėse metu;
- rizika visuomenės sveikatai juridiniams ir fiziniams asmenims teikiant GMO ir GMP į apyvartą.

Genetiškai modifikuotų pasėlių plotai pasaulyje 2002 m. siekė 58,7 mln. ha. Pagrindinės kultūros – genetiškai modifikuota soja, bulvės, kukurūzai, medvilnė ir rapsas. Išvardytų žemės ūkio kultūrų genetinė modifikacija leido padidinti jų atsparumą herbicidams (75 % modifikuotų augalų), augalų kenkėjams (7 % modifikuotų augalų). Daugiausiai genetiškai modifikuotų augalų auginama Kinijoje – 40 %, Argentinoje – 14,4 %, Jungtinėse Amerikos Valstijose (JAV) – 9,9 % ir Kanadoje – 9,3 %. Europoje genetiškai modifikuotas žemės ūkio kultūras apgalvotai į aplinką nedideliu mastu išleidžia kai kurios ES šalys: Vokietija, Prancūzija, Ispanija, taip pat Bulgarija ir Rumunija. Pasaulinės statistikos duomenimis, genetiškai modifikuota 13 rūšių vaismedžių ir vaiskrūmių, 16 rūšių daržovių, 7 rūšys grūdinių kultūrų [31,32].

Sukuriant naujus GMO ir jų pagrindu gaminant naujus GMP, taip pat atliekant eksperimentus bei apgalvotai išleidžiant į aplinką, nagrinėjami tokie potencialūs pavojai:

- galimas GMO patekimas į gamtinę aplinką iš laboratorijų, taip pat platesnis pasklidimas natūralioje aplinkoje atliekant lauko bandymus;
- transgeninės DNR, patekusios į aplinką iš genetiškai modifikuotų ląstelių, patvarumas;
- GMO galimybė paveikti evoliucijos metu susiformavusį natūralios rūšies genomą;
- transgeninių organizmų, patekusių į aplinką, galimas poveikis natūraliems ekosistemų vidiniams funkciniams ryšiams ir biologinei įvairovei;
- maisto produktų, pagamintų iš GMO, galimas neigiamas poveikis žmogaus imuninei sistemai, sukeliant alergines organizmo reakcijas, mažinant atsparumą užkrečiamąsias ir kitas ligas sukeliančių mikroorganizmų ir nepalankių aplinkos veiksnių poveikiui;
- užkrečiamąsias ligas sukeliančių mikroorganizmų atsparumo padidėjimas antibiotikų poveikiui;
- genetiškai modifikuotų rūšių galimybė kryžmintis su natūraliosiomis rūšimis;
- neigiamas poveikis tradicinei žemdirbystei ir etninei kultūrai, prekių rinkos balanso pažeidimas svetimų GMP naudai;
- rizika, kylanti dėl galimybės panaudoti GMO biologinio ginklo gamybai;
- genų inžinerijos technologijos nesiderinamumas su darniosios plėtros principais, patvirtintais programoje „Darbotvarkė XXI amžiui“ Rio de Žaneire.

Europos Sąjungos mastu su GMO ir GMP susijusią veiklą reglamentuoja Biosaugos direktyva 2001/18/EC ir direktyvos Kartachenos biosaugos protokolas. Pagrindiniai Protokolo reikalavimai, susiję su GMO ir GMP gamyba, jų išleidimu į aplinką ir vartojimo rinką, yra tokie:

- judėjimo per tarpvalstybines sienas reglamentavimas;
- GMO ir GMP, skirtų maistui ir pašarams, importo ir tiekimo į rinką reglamentavimas;

- planuojamo eksporto išankstinio pranešimo ir notifikavimo procedūrų nustatymas;
- rizikos aplinkai ir žmonių sveikatai vertinimas;
- vartotojų informavimas apie GMO ir GMP naudojimą gaminant produktus ir atitinkamas pakuočių ženklinimas;
- šalies nacionalinės biologinės saugos sistemos (*National Biosafety Frameworks*) sukūrimas ir atitinkamų įstaigų funkcijų nustatymas.

Pagrindinės kiekvienos šalies nacionalinės biologinės saugos sistemos veiklos kryptys yra tokios:

- politikos biosaugos ir biotechnologijos srityse formavimas, teisės aktų rengimas, visuomenės nuomonės tyrimų inicijavimas ir atlikimas;
- GMO ir GMP eksporto išankstinio pranešimo, notifikavimo, apgalvoto išleidimo į aplinką procedūrų ir reglamentų rengimas, rizikos vertinimo metodų rengimo ir taikymo koordinavimas;
- GMO ir GMP apgalvoto išleidimo į rinką ir naudojimo stebėsenos bei kontrolės tvarkos rengimas ir įgyvendinimas.

Protokolas taip pat nustato Nacionalinės kompetentingos įstaigos (*National Focal Point*) funkcijas, susijusias su valstybinės politikos įgyvendinimo priežiūra ir informacijos apsikeitimu su Europos Sąjungos organizacijomis.

Lietuvoje veiklą, susijusią su GMO ir GMP, reglamentuoja tokie teisės aktai: Lietuvos Respublikos genetiškai modifikuotų organizmų įstatymas, Genetiškai modifikuotų organizmų ir genetiškai modifikuotų produktų rizikos žmonių bei gyvūnų sveikatai, aplinkai ir žemės ūkiui vertinimo tvarka; Genetiškai modifikuotų organizmų ar jų produktų pateikimo į rinką, apgalvoto išleidimo į aplinką ar ribotai naudoti pranešimų Lietuvos Respublikoje pateikimo ir leidimų išdavimo tvarka.

Lietuvos Respublikos genetiškai modifikuotų organizmų įstatymas nustato Aplinkos ministerijos, Sveikatos apsaugos ministerijos, Žemės ūkio ministerijos ir Valstybinės maisto ir veterinarijos tarnybos kompetencijas GMO ir GMP valstybino reguliavimo srityje, taip pat paskirsto GMO ir GMP valstybinės saugos kontrolės funkcijas. Įstatyme nustatytos GMO ir GMP naudotojų teisės ir pareigos, suformuluoti visuomenės informavimo ir dalyvavimo, priimant sprendimus dėl GMO ir GMP, reikalavimai [33].

Pagal Genetiškai modifikuotų organizmų ir genetiškai modifikuotų produktų rizikos žmonių bei gyvūnų sveikatai, aplinkai ir žemės ūkiui vertinimo tvarkos nuostatas rizikos įvertinimo tikslas yra identifikuoti ir įvertinti galimą GMO ir GMP poveikį, kuris gali būti tiesioginis arba netiesioginis, greitas ar uždelstas. Rizika įvertinama identifikavus su GMO ir GMP susijusį pavojų, apibūdinus riziką ir nustačius jos priimtinumą.

Vertinant su GMO ir GMP susijusią riziką, nagrinėjami tokie galimi pavojai:

- žmonių sveikatos sutrikimai, tarp jų – jautrinantis ir (ar) toksinis poveikis;

- augalų ir gyvūnų ligos, tarp jų – alergiškumas ar nuodingumas;
- pakitęs gyvųjų organizmų jautrumas ligas sukeliantiems mikroorganizmams (patogenams);
- GMO ir GMP priimančios aplinkos organizmų populiacijų ar įvairovės pakitimas;
- medicininės ir veterinarinės profilaktikos ir terapijos ar augalų apsaugos produktų ir jų taikymo metodų efektyvumo sumažėjimas;
- biogeocheminių procesų pokyčiai.

GMO ir (ar) GMP rizikos aplinkai, gyvūnų ir žmonių sveikatai bei žemės ūkiui vertitinimu nustatyta tvarka turi rūpintis fizinis ar juridinis asmuo, norintis verstis ūkine veikla, susijusia su genetiškai modifikuotais organizmais ar produktais.

1.4. Antropogeninės taršos poveikis stratosferos ozono sluoksniui ir susijusios visuomenės sveikatos problemos

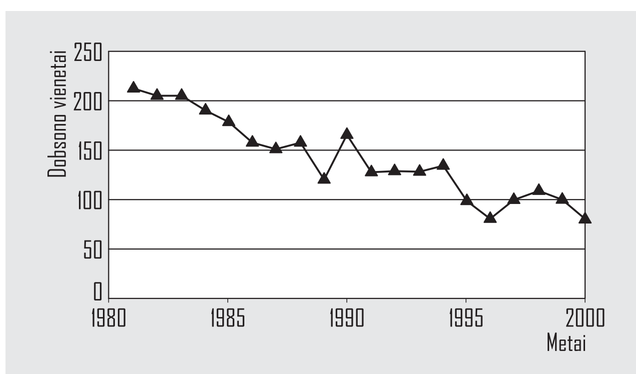
Ozonas, kurio cheminė formulė yra O_3, atsiranda veikiant deguonį silpniems elektros išlydžiams, taip pat veikiant trumpesniems (242 nm) ultravioletiniams spinduliams fotosintezės metu išsiskiriantį deguonį: $3O_2 + 285\ kJ = 2O_3$. Ozono susidarymo fotocheminė reakcija taip pat vyksta deguonies molekulei stratosferoje reaguojant su deguonies atomu, reakcijos metu išsiskiriant šilumai. Reakcijos greičiui turi įtakos ultravioletinės spinduliuotės intensyvumas ir deguonies molekulių koncentracija. Dėl šiluminės energijos, išsiskiriančios ozono susidarymo reakcijos metu, stratosferos sluoksnio temperatūra yra aukštesnė nei gretutinių sluoksnių – troposferos ir mezosferos. Taigi pagrindinis ozono atsiradimo šaltinis – fotocheminės reakcijos, vykstančios ir troposferoje, ir stratosferoje. Ozonas – nestabilios, skaidrios, specifinio stipraus kvapo, oksiduojančios dujos. Neužterštame aplinkos ore yra ne daugiau kaip 0,000001 % ozono. 90 % gamtinio ozono sukoncentruota stratosferoje, kurioje ozono dujos sudaro vadinamąjį ozono sluoksnį. Bendras ozono kiekis atmosferoje – 3–4 mlrd. t.

Ozono sluoksnis (ozonosfera) yra 20–45 km aukštyje virš Žemės paviršiaus, jo storis – 2–4 mm, ploniausias – virš planetos pusiaujo, storiausias – virš ašigalių. Iš tikrųjų ozonas susidaro viršutiniuose stratosferos sluoksniuose virš pusiaujo, tačiau su oro srovėmis pernešamas ašigalių link. Ozono koncentracija stratosferoje kinta skirtingais metų laikais, didėdama žiemos mėnesiais, pasiekdama maksimumą pavasarį ir nuosekliai mažėdama vasarą ir rudenį. Ozono sluoksnis absorbuoja Saulės skleidžiamus kenksmingus organizmams ultravioletinius 200–340 nm ilgio spindulius ir dėl to įšyla iki 0 °C. Taip pat ozonosfera sulaiko apie 20 % Žemės spinduliuojamų infraraudonųjų spindulių ir taip neleidžia išsisklaidyti kosminėje erdvėje mūsų planetos šilumai.

Ozono kiekis stratosferoje matuojamas Dobsono vienetu (D. v.), kuris pavadintas anglų astrofiziko G. Dobsono (*Dobson*), išradusio prietaisą stratosferos ozonui tirti, vardu. Dobsono vieneto vertė yra lygi 0,01 mm storio ozono, suslėgto iki 101,3 kPa, esant 0 °C sluoksniui. Tokiomis sąlygomis susidaro 3 mm ozono sluoksnis, kuris atitinka 300 D. v.

Pirmoji ozono skylė buvo pastebėta 1956 m. virš Antarkties. 1968 m. apie tai pranešta pirmą kartą. Nuo 1978 m. ozono sluoksnis nuolat plonėja. Ozono irtį lemia šių dujų cheminės reakcijos su aplinkos ore esančiomis dujų priemaišomis. Horizontalus oro masių judėjimas antropogeninės veiklos išmetamąsias dujas nukreipia Antarkties link. Ten jos kaupiasi, nes poliarinės nakties metu Antarktyje atsiranda žemojo slėgio sūkurių. 1990–1991 m. ozono skylės virš Antarkties plotas buvo pasiekęs 10,1 mln. km^2, 1996 m. ozono skylė išsiplėtė iki 22 mln. km^2, t. y. jos plotas tapo 2 kartus didesnis nei Europos kontinento plotas. Tačiau 2000 m. rugsėjo pradžioje ozono skylės virš Antarkties plotas buvo pasiekęs naują rekordą – 27–28 mln. km^2. Stratosferos ozono sluoksnio storis virš Antarkties įlankos *Halley Bay* 2000 m. sumažėjo iki 137 D. v., virš Pietų ašigalio sudarė vos 98 D. v. Prognozuojama, kad stratosferos ozono sluoksnio storis dar mažės iki 2020 m. [34].

Paleidus į kosmosą Jungtinių Amerikos Valstijų palydovą „Nimbus-7“ ir Rusijos palydovus „Meteor-3“, atliekami nuolatiniai stratosferos sluoksnio virš Antarkties stebėjimai. Pirmuosius penkerius stebėjimo metus ozono sluoksnio storio vidutinė metinė vertė buvo 196 D. v., 1986–1990 m. ji vidutiniškai sudarė 188 D. v., 1991–1995 m. vidutinė ozono sluoksnio vertė sumažėjo iki 117,6 D. v., 1996–2000 m. jau nesiekė 100 D. v. Taigi per paskutinius XX a. du dešimtmečius ozono sluoksnis virš Antarkties suplonėjo perpus. Kasmetiniai ozono sluoksnio storio pokyčiai virš Žemės Pietų ašigalio pateikti 1.4 pav. Matome, kad stebėjimo pradžioje ozono sluoksnio storis kiek viršijo 2 mm, o šio amžiaus pradžioje jau nesiekė 1 mm [14].



1.4 pav. Stratosferos ozono sluoksnio nykimas virš Antarkties 1980–2000 m. [14]

1992 m. ozono skylės atsirado virš Vakarų ir Rytų Europos, Šiaurės Azijos, Šiaurės Amerikos. 1994 m. ozono skylė atsivėrė didžiuliame plote – nuo Šiaurės Ledinuotojo vandenyno iki Krymo pusiasalio. Kas mėnesį ozono sluoksnis plonėjo 10–15 %, o atskirais mėnesiais – net 20–30 %. 1995 m. konstatuotas katastrofiškas (40 %) ozono sluoksnio suplonėjimas virš Rytų Sibiro. Ozono sluoksnis virš Australijos, pradedant nuo šeštojo praėjusio amžiaus dešimtmečio, kas dešimt metų plonėja 3–4 %. Manoma, kad ozono sluoksnis ardomas du kartus greičiau, nei prognozavo mokslininkai. Nepaisant ozono kiekio didėjimo troposferos sluoksnyje, jo prieaugis nekompensuoja stratosferos ozono sluoksnio, kuriam tenka devyni dešimtadaliai bendro ozono atmosferoje kiekio.

Pagal Lietuvos mokslininkų stebėjimus bendras ozono kiekis praėjusio amžiaus paskutinius du dešimtmečius kasmet mažėjo apie 0,5 %. R. Juknys, cituodamas Lietuvos mokslininką P. Lujaną (1999), teigia, kad didžiausi ozono sluoksnio nuokrypiai į mažėjimo pusę nuo Lietuvoje registruojamų metinių vidurkių įvyksta sausio, kovo, balandžio ir rugsėjo–gruodžio mėnesiais. Ketverių metų (1993–1996 m.) stebėjimų duomenimis, sausio mėnesiais ozono sluoksnis nuo metinės vidurkinės vertės nukrypdavo 11,5–28,4 D. v., kovo–balandžio mėnesiais – 8,7–37,5 D. v., spalio–gruodžio mėnesiais – 3,7–44,3 D. v. [3].

Lietuvos Respublikos aplinkos ministerijos duomenimis, per visą stratosferos ozono sluoksnio storio sistemingo matavimo laikotarpį jis pasiliko ganėtinai stabilus. Ozono sluoksnis buvo labiausiai suplonėjęs 2001 m., tačiau jo pokytis nuo vidutinės vertės sudarė tiktai 0,3 % [29].

Pirmosios prielaidos dėl ozono sluoksnio plonėjimo priežasčių pasirodė 1970 m., kai vokiečių mokslininkas Paulis Krutzenas (*Crutzen*) paskelbė, kad stratosferos ozonas ardomas diazoto oksidui N_2O pavirtus į azoto oksidą, kuris dalyvauja ozono ardymo katalitinėje reakcijoje. Tačiau jau kitais metais Berklio Kalifornijos universiteto (JAV) chemikas Haroldas Džonsonas (*Jonson*) padarė prielaidą, kad ozono sluoksnio nykimui turi įtakos viršgarsinių reaktyvinių lėktuvų išmetamosios dujos.

1974 m. birželį žurnale „*Nature*“ pasirodė Irvino miesto Kalifornijos universiteto (JAV) mokslininkų Šervud Roulend (*Rowland*) ir Mario Molina (*Molina*) pranešimas, kuriame buvo teigiama apie galimą chlorintųjų ir fluorintųjų angliavandenilių ardomąjį poveikį. Vėliau ozono sluoksnio plonėjimo priežastims aiškinti sukurtos kelios hipotezės. Pagal naujausią JAV mokslininkų nuomonę žalojantį poveikį ozono sluoksniui daro Saulės vėjas, t. y. virš Antarkties pavasarį susidarantys stiprūs vertikalūs oro sūkuriai, kurių aukštis siekia 7–30 km, o jų išcentrinis oro srauto greitis sudaro 100 km/val. Veikiamas milžiniško oro sūkurio, ozonas išnyksta 12–20 km aukštyje. Amerikos mokslininkų hipotezė nėra vienintelė. Dauguma specialistų ozono sluoksnio nykimą yra linkę sieti su aplinkos antropogenine tarša. Pažymėtina, kad Jungtinių Amerikos Valstijų mokslininkams Šervudui Roulendui, Mario Molinai ir

Vokietijos Makso Planko chemijos instituto mokslininkui Pauliui Kutzenui už atradimus, susijusius su ozono sluoksnio nykimo priežasčių atradimu, 1996 m. paskirta Nobelio premija.

Ozonas gali skilti skirtingais būdais. O_3 molekulės skilimą, jos fotolizę gali sukelti ultravioletiniai spinduliai, kurių bangos yra trumpesnės kaip 320 nm:



$$O_3 + UV\ (\lambda < 320\ nm) \rightarrow O_2 + O. \qquad (1.34)$$

Katalitinis ozono skaidymas vyksta ozono molekulę veikiant atmosferoje esantiems laisviesiems radikalams, kurie apibendrintai žymimi simboliu X [15]. Tokiu katalizatoriumi, ardančiu ozono molekulę, gali būti azoto oksidas, kuris susidaro iš troposferos kilusiai diazoto oksido molekulei N_2O reaguojant stratosferoje su deguonies atomu:



$$N_2O + O \rightarrow 2NO, \qquad (1.35)$$



$$NO + O_3 \rightarrow NO_2 + O_2. \qquad (1.36)$$

Ozono sluoksnio ardymo katalizatoriais taip pat laikomi aktyviosios dalelės – $OH^{\bullet}$ radikalai, bromo ir chloro atomai.

Ozono sluoksniui didžiausią pavojų kelia fluorintieji ir chlorintieji organiniai junginiai (*chlorofluorocarbons, CFCs*), tarp jų – freonai – fluortrichlormetanas (CFC-11), difluordichlormetanas CF_2Cl_2 (CFC-12), halonai – difluorchlorbrometanas CF_2ClBr (halonas 1211), trifluorbrometanas (halonas 1301), hidrochlorfluorangliavandeniliai (*hydroclorflorcarbons-HCFC*), tarp jų – difluorchlormetanas, taip pat metilo bromidas (CH_3Br), metilchloroformas (CH_3CCl_3), anglies tetrachloridas (CCl_4). Ozono sluoksnio plonėjimui įtaką daro sunkiųjų metalų (vario, geležies, mangano) oksidai, fluoras, bromas, metilo chloridas, kitos cheminės medžiagos ir preparatai.

Freonai, kurių gamyba pradėta 1928 m., pasižymi puikiomis technologinėmis savybėmis – jos netoksiškos, nedegios, stabilios, netirpsta vandenyje, patogios gaminant bei saugojant. Freonai buvo plačiai naudojami gaminant šaldytuvus, kondicionavimo įrenginius, įvairios paskirties aerozolius, gaisro gesinimo putas, putų poliuretaną, taip pat plaunant detales elektronikos pramonės įmonėse. Vien 1987–1988 m. pasaulyje kasmet buvo gaminama 1,2–1,4 mln. t freonų. Freonai, patekę į viršutinius troposferos sluoksnius, netenka inertiškumo. Veikiami ultravioletinių spindulių jie suyra ir išmeta į aplinką chlorą. Laisvas chloro atomas ardo ozono molekulę. Vienas chloro atomas gali suardyti 10 000 ozono molekulių. Chloro ozono molekulę ardantis poveikis vyksta tokiais nuosekliais etapais:



$$O_3 + \mathbf{Cl} \rightarrow O_2 + ClO, \qquad (1.37)$$



$$ClO + O \rightarrow \mathbf{Cl} + O_2, \quad (1.38)$$



$$O_3 + \mathbf{Cl} \rightarrow O_2 + ClO. \quad (1.39)$$

Stratosferos ozono sluoksnį taip pat ardo kosminių laivų kuro degimo produktai. Vieno kosminio laivo „*Shattle*“ paleidimo metu suardoma 10 mln. t ozono. Panašią įtaką ozono sluoksniui daro stratosferos aviacijos lėktuvų išmetamieji teršalai. Ozono sluoksnį ardančių cheminių medžiagų, patekusių į atmosferą, aktyvumas išlieka 45–260 metų. Tačiau yra tokių stratosferos ozoną ardančių medžiagų, kaip perfluormetanas (CF_4), kurios atmosferoje išlieka dešimtis tūkstančių metų. Stratosferos ozono sluoksnio irimas siejamas ir su ugnikalnių aktyvumu. 1991 m. įvykus *Pinatubo* ugnikalnio išsiveržimui Filipinuose, ozono sluoksnis virš Pietų ašigalio 1993 m. suplonėjo iki 88 D. v. Kai kurie mokslininkai ozono sluoksnio plonėjimą sieja su vandenilio poveikiu. Vandenilis, kuris išsiskiria iš vandenyno dugno gelmių, pasiekęs stratosferą, ardo ozono sluoksnį. Dėl vandenilio ir ozono tarpusavio reakcijos formuojasi stratosferos ledo debesys.

Saulės infraraudonieji ir ultravioletiniai spinduliai, prasiskverbę per susidariusią ozono skylę, šildo centrinės ir rytų Ramiojo vandenyno teritorijų paviršių ir sukelia meteorologinį reiškinį, kuris vadinasi *El Nino*. Kito pavadinimo meteorologinis reiškinys *La Nina* yra susijęs su Ramiojo vandenyno paviršiaus vandens sluoksnio didesne temperatūra pusiaujo vakarų regione, į šiaurę nuo Naujosios Gvinėjos, ir jo atšalimu į rytus. Remiantis daugelio metų stebėjimais, su *El Nino* poveikiu siejamos sausros Rytų Australijoje. Dėl *La Nina* poveikio Rytų Australijoje iškrinta gausūs krituliai [27].

Nykstant ozono sluoksniui, vis daugiau ultravioletinių spindulių pasiekia Žemės paviršių. Pagal biologinį poveikį ultravioletiniai spinduliai skirstosi į A – ilguosius (420–320 nm), B – vidutinio ilgio (320–280 nm), C – trumpuosius (280–200 nm).

A ultravioletinių spindulių biologinis poveikis yra silpnas, o B ir C ultravioletiniai spinduliai sukelia odos nudegimą, gali denatūruoti audinių baltymus ir lipoidus. Mokslinių tyrimų duomenimis, ozono sluoksniui suplonėjus 1 %, 3–5 % padaugėja odos pamatinio sluoksnio ir gilesnių odos sluoksnių vėžio atvejų. Tarptautinė vėžio tyrimo agentūra dar 1992 m. Saulės radiaciją įrašė į vėžį sukeliančių veiksnių sąrašą. Nustatyta ultravioletinių spindulių įtaka kitam piktybiniam navikui – melanomai plisti. Melanoma (gr. *melas* – tamsus, *melanos* – juodas) – ląstelių, produkuojančių pigmentą melaniną, vėžys, dažniausiai atsirandantis iš odos apgamų. Tačiau galimos ir kitos melanomos formos – akių, smegenų apvalkalų, žarnyno melanomos. Prognozuojama, kad ultravioletinei spinduliuotei padidėjus 10 %, segamumas melanoma padidėtų 7,5 %, papildomai 80 milijonų žmonių susirgtų akies lęšio katarakta.

Didžiausias pasaulyje Saulės radiacijos aktyvumas registruojamas Australijoje. Šalies tropinėse platumose dėl ozono sluoksnio nykimo ir debesuotumo sumažė-

jimo Saulės radiacijos aktyvumas padidėjo 20 %. Tai lemia Australijoje didžiausią pasaulyje žmonių sergamumą melanoma – 28 atvejai 100 tūkst. gyventojų [27]. Nuo melanomos kenčia kitų šalių, kuriose registruojamas padidėjęs Saulės aktyvumas (Naujosios Zelandijos ir Pietų Afrikos Respublikos), baltaodžiai gyventojai. Pagal Pasaulio sveikatos organizacijos 2006 m. pranešimo duomenis dėl Saulės skleidžiamos ultravioletinės spinduliuotės sukeliamo odos vėžio kasmet miršta 60 tūkst. žmonių, 1,5 milijono planetos gyventojų tampa neįgalūs. Pranešime teigiama, kad sveikatai kenkia ne tik tiesioginiai, bet ir atspindžio spinduliai. Nuo dirvožemio, žolės, vandens paviršiaus atsispindi 10 % spindulių, nuo paplūdimio sauso smėlio – 15 %, nuo sniego paviršiaus – 80 % ant jo kritusių spindulių [34].

Stratosferos ozono sluoksnio nykimo įtaką ultravioletinei radiacijai ir žmonių sveikatai nagrinėjo Australijos ir Didžiosios Britanijos mokslininkai. Autoriai, apibendrinę daugelio šalių mokslinių publikacijų duomenis, susijusius su Saulės ultravioletinių spindulių poveikiu žmogaus organizmui, juos pateikė cituojamoje 1.4 lentelėje [35].

1.4 lentelė. Saulės ultravioletinės spinduliuotės poveikis žmonių sveikatai

Poveikis odai	Poveikis akims	Galimas poveikis imuninei sistemai
Melanoma	Lęšiuko uždegimas	Imuninės sistemos aktyvumo slopinimas
Kiti piktybiniai navikai	Lęšiuko drumstis (katarakta)	Sumažėjęs atsparumas užkratui
Nudegimas	Junginės išauga ant ragenos	Sumažėjęs vakcinacijos veiksmingumas
Fotocheminis odos uždegimas	Akies obuolio dangalo melanoma	
	Ūminis tinklainės pažeidimas	

A. J. McMichaelas ir kt. teigia, kad piktybinių navikų atsiradimas yra susijęs su vidutinio ilgio (B spektro) ultravioletinių spindulių poveikiu ląstelių DNR. B spektro ultravioletiniai spinduliai sukelia 80 % odos nudegimų. Akies lęšiuko drumstis yra plačiau paplitusi tarp lauke dirbančių darbuotojų ir arčiau Žemės pusiaujo gyvenančių žmonių.

Mokslininkai nagrinėja Saulės ultravioletinės spinduliuotės galimą neigiamą poveikį žmogaus imuninei sistemai. Atlikus eksperimentus įrodyta, kad didelės ultravioletinės spinduliuotės dozės mažina gyvūnų atsparumą gripo virusui, maliarijos sukėlėjui ir kitoms užkrečiamosioms ligoms. Bandymų su gyvūnais duomenys leido parengti modelį, kurį taikant galima prognozuoti užkrečiamųjų ligų paplitimo mastą,

atsižvelgiant į stratosferos ozono sluoksnio nykimą. Taip pat keliamas susirūpinimas, kad dėl ozono sluoksnio plonėjimo gali sumažėti skiepų prieš tuberkuliozę, tymus ir hepatitą efektyvumas. Tačiau mokslininkų teigiamai vertinamas saulės radiacijos poveikis vitamino D odos audiniuose sintezei ir jo vaidmuo rachito profilaktikai bei kalcio ir fosforo apytakai žmogaus organizme.

Ozono sluoksniui nuolat plonėjant ir grėsmingai plečiantis ozono skylėms, pasaulyje imta formuoti politiką, kuria siekiama įgyvendinti priemones atkurti ir išsaugoti ozono sluoksnį. Pasaulio šalys, vykdydamos 1985 m. Vienos konvenciją dėl ozono sluoksnio apsaugos ir 1987 m. Monrealio protokolą dėl cheminių medžiagų, ardančių ozono sluoksnį, priėmė sprendimą nutraukti freonų ir anglies tetrachlorido gamybą [36]. Pagal Monrealio protokolo reikalavimus jį pasirašiusios šalys įsipareigojo iki 1990 m., palyginti su 1986 m., nedidinti ozono sluoksnį ardančių medžiagų gamybos bei jų naudojimo, iki 1994 m. sumažinti jų gamybą 20 %, iki 1999 m. – dar 30 %. Pagal Vienos konvencijos 1990 m. Londono protokolą, kurį pasirašė 92 šalys, buvo numatyta iki 2000 m. visiškai nutraukti chlorfluorangliavandenilių (CFC) gamybą. Periodinio informacinio biuletenio „*Ozon action*“ duomenimis, Vienos konvenciją pasirašė 184 pasaulio šalys, Monrealio protokolą – 183 šalys. Europos Parlamentas ir Taryba patvirtino reglamentą EB 2037/2000 dėl ozono sluoksnį ardančių medžiagų. Pasaulinės bendrijos šalims pasirašius šiuos dokumentus, buvo padaryta pradžia visuotiniam bendradarbiavimui ozono sluoksnio stratosferoje apsaugos klausimais.

Pagal Monrealio protokolo priedus visos ozono sluoksnį ardančios cheminės medžiagos suskirstytos į atskiras grupes. Visoms kontroliuojamoms medžiagoms nustatytas ozono ardymo potencialas, kuris turi būti periodiškai tikrinamas ir perskaičiuojamas. Išsivysčiusiose šalyse nuo 1996 m. sustabdyta metilo bromido ir hidrochlorfluorangliavandenilių gamybos plėtra.

Prognozuojama, kad, net tarptautinei bendrijai įvykdžius visų susitarimų reikalavimus, odos vėžio paplitimas XXI a. pirmąją pusę Europos šalyse ir Jungtinėse Amerikos Valstijose dar padidės 5–10 % [37].

Didžiosios Britanijos nevyriausybinė organizacija „Padėkime ozonui“ planuoja pakelti į atmosferą šimtus oro balionų su ozonatoriais, kurie, skleisdami ozoną, padėtų išgelbėti ozonosferą. Gaminant buitinės chemijos preparatus, vietoje freonų naudojamas pagal specialiąją technologiją pagamintas propanas. Metilo bromido dujos, skirtos vabzdžiams naikinti, turi būti keičiamos sulfurilfluoridu (*Sulphuryl flouride*). Tarptautinės bendrijos pastangas ir tolesnę pažangą išsaugant stratosferos ozoną stabdo nelegali prekyba ozono sluoksnį ardančiomis medžiagomis. Vienas didžiausių kontrabandos pavyzdžių laikomas 800 tonų Kinijoje pagamintų CFC nelegalus įvežimas į Jungtines Amerikos Valstijas 1995–1997 m., tarpininkaujant vienai Vokietijos firmai ir brokerių įmonių tinklui. Ekspertų turimais duomenimis, į Europos šalis 1994–1996 m. nelegaliai įvežta apie 15 000 tonų ozono sluoksnį ardančių medžiagų [38].

Teisinis reguliavimas. Lietuvos Respublikos Vyriausybė 1994 m. Monrealio protokolo ir Vienos konvencijos reikalavimus perkėlė į Lietuvos teisės sistemą. Aplinkos ministro įsakymu patvirtintas ozono sluoksnį ardančių medžiagų tvarkymą reglamentuojantis teisės aktas. Pagal LAND 50-2003 reikalavimus ozono sluoksnį ardančioms kontroliuojamoms medžiagoms priskirti gryni ar preparato komponentais esantys, taip pat utilizuoti ar regeneruoti chlorfluorangliavandeniliai (CFC), halonai, 1,1,1-trichloretanas, metilbromidas, hidrobromangliavandeniliai (HBC), hidrochlorfluorangliavandeniliai (HCFC) ir bromchlormetanas. Draudžiama išvardytas medžiagas gaminti, ribojamas jų įvežimas į Lietuvą. Įvežti į mūsų šalies teritoriją kontroliuojamas medžiagas leidžiama tik gavus leidimą, kuris išduodamas atsižvelgus į konkrečiam juridiniam asmeniui nustatytas kontroliuojamos medžiagos įvežimo kvotas.

Į Lietuvą 1995 m. buvo įvežta per 400 tonų ozono sluoksnį ardančių medžiagų, iš to skaičiaus daugiau kaip pusė jų buvo naudojama šaldymo ir oro kondicionavimo įrenginiuose, 20 % – riebalų šalinimo ir valymo technologiniams procesams, 13 % – aerozolinių preparatų gamybai. Daugiausiai importuojama CFC ir HCFC, kuriems tenka iki 90 % visų importuojamų ozono sluoksnį ardančių medžiagų. Lietuvoje 1996 m. patvirtinta Nacionalinė ozono sluoksnį ardančių medžiagų programa, kuri buvo papildyta 1997 m. Įgyvendinant programoje užsibrėžtus tikslus, mūsų šalyje 2001 m. uždrausta naudoti grynus HCFC, metilchloroformą, anglies tetrachloridą, halonus (išskyrus nustatytus išimties atvejus). Nuo 2005 m. į Lietuvą uždrausta įvežti metilo bromidą. Jis gali būti leidžiamas naudoti tiktai nustatyti karantino režimui ir eksportuojamų prekių kenksmingumui šalinti. Jau per pirmuosius nacionalinės programos vykdymo metus ozono sluoksnį ardančių medžiagų importas į Lietuvą sumažėjo 86 % [29].

Išimties tvarka kontroliuojamos medžiagos gali būti įvežamos svarbiausioms ir būtiniausioms reikmėms tenkinti, tarp jų – technologinėms žaliavoms bei agentams. Kontroliuojamas medžiagas leidžiama įvežti kaip žaliavas su sąlyga, kad technologinio proceso metu jos visiškai pakeičia pradinę sudėtį. Įmonėms, kurios kontroliuojamas medžiagas naudoja kaip technologinius agentus, nustatomos ribinės šių medžiagų išmetamų kiekių parametrų vertės. Taip pat sudaromas tokių įmonių sąrašas. Pagal Monrealio protokolo ir Vienos konvencijos reikalavimus leidžiama ozono sluoksnį ardančią medžiagą metilo bromidą naudoti užkrato pažeistų augalų, transporto priemonių, taip pat kitų objektų (sandėlių, dėvėtų drabužių) kenksmingumui šalinti. HCFC leidžiama naudoti mokslinio tyrimo laboratorijose.

Kontroliuojamų medžiagų ir preparatų pakuotės turi būti tinkamai paženklintos, suteikiant jų profesionaliems naudotojams pakankamą informaciją, susijusią su cheminių medžiagų poveikio rizika aplinkai, darbuotojų saugai ir sveikatai, tai pat su privalomomis prevencijos priemonėmis.

1.5. Technogeninė tarša ir klimato kaita

Į kosmosą atsispindi 30 % Žemę pasiekiančios Saulės šilumos energijos. Saulės energiją sugeria debesys, natūralieji aplinkos oro komponentai, stratosferos ozonas. Jeigu į kosmosą būtų grąžinama visa Žemę pasiekianti Saulės energija, mūsų planetos paviršiaus temperatūra siektų vos – 18 °C. Tačiau daugiau kaip 70 % Žemės paviršiaus išspinduliuotos šilumos sulaiko atmosferoje esantys vandens garai, anglies dioksidas, kitos pažemio oro sluoksnyje esančios dujos. Šis reiškinys vadinamas natūraliuoju šiltnamio efektu. Nustatyta, kad natūralusis šiltnamio reiškinys 62 % priklauso nuo atmosferoje esančių vandens garų, 21,8 % – nuo anglies dioksido, 7,3 % – nuo troposferos ozono, 4,2 % – nuo azoto suboksido.

Natūraliųjų energinių srautų sistema, Žemę pasiekiančių ir absorbuotų Saulės spindulių santykis vadinami Žemės radiaciniu balansu, kuris per ilgus tūkstantmečius užtikrindavo nuolatinį planetos klimatą. Žemės aplinkos oro temperatūra registruojama nuo 1860 m. Praėjusio amžiaus pabaigoje, palyginti su 1970 m., ji padidėjo 0,4 °C. Manoma, kad daugiau kaip 80 % tam įtakos turėjo technogeniniai veiksniai. Kitos minimos priežastys – ugnikalnių išsiveržimų padažnėjimas nuo 1960 m. iki 1981 m., Saulės aktyvumo padidėjimas XX a. antrojoje pusėje.

Meteorologinių parametrų verčių vidurkiai per 30 metų laikotarpį vadinami klimato normalėmis, kurias nustato Pasaulio meteorologinė organizacija (*World Meteorological Organization, WMO*). Klimato normalės naudojamos nustatant klimato parametrų verčių pokyčius, vykstančius kas 10 metų. Surinktus duomenis kaupia ir apibendrina Tarpvyriausybinė klimato kaitos komisija (*Intergovernmental Panel on Climate Change, IPCC*). Komisija suskirstyta į tris darbo grupes. Pirmoji darbo grupė nagrinėja globalinio klimato kaitos mokslinius aspektus, antrosios darbo grupės sritis – socialinių ekonominių ir ekosistemų pažeidžiamumo problemos, trečioji darbo grupė rengia šiltnamio reiškinį sukeliančių dujų („*greenhouse gases“, GHG*) ribojimo pasiūlymus. Pirmasis komisijos pranešimas buvo paskelbtas 1991 m., antrasis po penkerių metų – 1996 m., trečiasis – 2001 m.

Pagrindinės klimato šiltėjimą sukeliančios dujos: anglies dvideginis (CO_2), diazoto oksidas (N_2O), metanas (CH_4), azoto oksidai (NO_x), anglies viendeginis (CO), nemetaniniai lakieji organiniai junginiai (NMLOJ) – hidrofluorangliavandeniliai (*Hydrofluorcarbons, HFC*), perfluorangliavandeniliai (*Perfluorcarbons, PFC*), chlorfluorangliavandeniliai, (*Chlorfluorcarbons CFC*), taip pat sieros heksafluoridas SF_6. Anglies dvideginio indėlis į šiltnamio efektą sudaro 64 %, metano – 19 %, azoto oksidų – 5,7 %, policiklinių fluoro vandenilių – 10 % [39]. Kitais duomenimis, technogeninę klimato kaitą 55 % lemia anglies dvideginis, 17 % – freonai (*CFC*), 15 % – metanas, 6 % – diazoto oksidas, 7 % – kitos cheminės medžiagos [3]. Iš pateiktų duomenų išeina, kad anglies dvideginio ir metano emisija sudaro 70–83 % visų šiltnamio efektą sukeliančių dujų emisijos. Tačiau metano dujų gebėjimas sukelti

šiltnamio reiškinį 21 kartą didesnis nei anglies dvideginio, azoto oksidų – 310 kartų, o policiklinių fluoro angliavandenilių potencialas klimato kaitai net 4,0–11,7 tūkst. kartų didesnis už anglies dvideginio potencialą [39].

Globalinio klimato šiltėjimą sukeliančias dujas į troposferą daugiausiai išmeta kurą deginančios įmonės, taip pat vandens telkinių ir dirvožemio organizmai. Daugiausiai anglies dvideginio dujų į aplinkos orą išmeta labiausiai išsivysčiusios Šiaurės Amerikos ir Europos šalys.

K. L. Ebio ir kt. duomenimis, anglies dvideginio koncentracija atmosferoje per pasaulio šalių industrializacijos laikotarpį iki 1998 m. padidėjo nuo 280 ppm iki 365 ppm, šių dujų koncentracijos prieaugis per 1990–1999 m. vidutiniškai sudarė 1,5 ppm. Metano koncentracija atmosferoje per industrializacijos šimtmečius padidėjo nuo 700 ppb iki 1745 ppb (vidutinis kasmetinis prieaugis per paskutinį XX a. dešimtmetį – 7,0 ppb), diazoto oksido kiekis aplinkos ore padidėjo 16,3 % – nuo 270 ppb iki 314 ppb. Chlorintieji ir fluorintieji angliavandeniliai atmosferoje atsirado tiktai pramoninės revoliucijos laikotarpiu. Išvardytos antropogeninės aplinkos oro priemaišos jame išlieka nepakitusios 12–45 metus ir ilgiau [40].

Pagal mokslininkų prognozes 2030 m. anglies dvideginio koncentracija troposferoje gali padidėti trečdaliu ir net dvigubai – nuo 340 ppm iki 400–450 ppm, o pagal blogiausią scenarijų – iki 600–700 ppm. Prognozuojama, kad anglies dvideginio koncentracija atmosferoje 2100 m. sieks 490–1260 ppm, t. y. bus 1,75–3,5 karto didesnė nei 1750 m.

Jeigu anglies dvideginio koncentracija ateityje padidėtų trečdaliu, pažemio oro temperatūra pakiltų 1–1,5 °C. Pagal blogiausią scenarijų (anglies dvideginio kiekiui padidėjus du kartus) aplinkos oras papildomai įkaistų 2–3 °C (kitais duomenimis – 4–5°C). Oro temperatūra ties pusiauju padidėtų 1 °C, o prie ašigalių – net 14 °C [11].

Lietuvoje anglies dvideginio emisija, apskaičiuota pagal sudeginto organinio kuro kiekį, pradedant nuo 1940 m. nuosekliai didėjo ir 1985 m. perkuopė 40 mln. t lygį. Tačiau per kitus du dešimtmečius anglies dvideginio emisija labai sumažėjo ir šio amžiaus pradžioje sudarė tiktai pusę buvusio emisijos lygio [3].

Tarpvyriausybinės klimato kaitos komisijos pranešimų duomenimis, 1950–1993 m. pasaulio vidutinė nakties oro temperatūra kas 10 metų didėjo apie 0,2 °C. Taip vyko iš dalies dėl 2 % padidėjusio debesuotumo. Vidutinė dienos temperatūra per tą patį laikotarpį kas 10 metų didėjo 0,1 °C. Sniego dangos storis paskutiniame XX a. dešimtmetyje, palyginti su to amžiaus viduriu, suplonėjo 10 %, ledo storis apledijusiose teritorijose suplonėjo 10–15 %.

Vandens lygis pasaulio vandenynuose kilo 1,0–2,0 m per metus. O per pastaruosius tris tūkstančius metų vidutinis metinis vandens lygio kilimas pasaulio vandenynuose sudarė 0,1–0,2 mm. Nurodomos dvi vandens lygio kilimo priežastys – šiltėjančio

vandens išsiplėtimas ir ledynų tirpimas. Komisija taip pat informavo apie kritulių padidėjimą (0,5–1,0 % kas 10 metų) šiaurės pusrutulyje, 0,2–0,3 % tropikuose, šiaurės pusrutulio vidurinėse ir aukštose platumose 2–4 % padažnėjo liūčių.

Nuo XX a. antrosios pusės ėmė mažėti ekstremalios žiemos mėnesių oro temperatūros, tačiau kiek padažnėjo ekstremalios oro temperatūros vasarą atvejų. Azijos ir Afrikos kontinentuose tapo dažnesnės sausros ir smėlio audros. Prognozuojama, kad stebimi klimato pokyčiai vyks ir ateityje. Atsižvelgiant į skirtingus klimato kaitos scenarijus, Žemės paviršiaus temperatūra iki XXI a. pabaigos padidės 1,4–5,8 °C [41]. Tarpvyriausybinės klimato kaitos komisijos prognozės duomenimis, net sumažinus anglies dvideginio emisiją, vandens lygis vandenynuose dar ilgą laiką kils dėl paviršinių vandens telkinių įšilusio vandens patekimo į požeminius vandens telkinius.

Pagrindiniai anglies dvideginio išmetimo technogeniniai šaltiniai Lietuvoje – energetikos įmonės ir kiti kuro deginimo šaltiniai (pramonės įmonių katilinės, variklinės transporto priemonės, namų valdų šildymo įrenginiai ir centralizuoto šilumos tiekimo vietinės katilinės ir kt.), kurioms tenka apie 88 % visų anglies dvideginio išmetalų, žemės ūkio įmonės išmeta apie 7 %, pramonės įmonės – 5,2 %.

Duomenys apie atskirų ekonominės veiklos sričių indėlį į technogeninę klimato kaitą pateikti 1.5 lentelėje [3].

1.5 lentelė. Ekonominės veiklos sritys, lemiančios klimato kaitą sukeliančių dujų emisiją [3]

Ūkinės veiklos sritis	Teršalas			
	CO_2	CH_4	N_2O	*CFC*
	Klimato kaitą sukeliančių dujų emisijos dalis, %			
Energetikos pramonė	80	26	9	0
Miškų naikinimo veikla	17	0	17	0
Pramonės įmonės	3	0	15	100
Sąvartynų eksploatacija	0	11	0	0
Žemės ūkio įmonės	0	48	48	0
Biomasės deginimas	0	8	11	0
Nuotekų valymo įrenginių dumblo apdorojimas	0	7	0	0

Jungtinėse Amerikos Valstijose 33 % visų šiltnamio dujų išmeta energetikos įmonės, 27 % – transportas, 21 % – pramonės ir kitos įmonės, 13 % – individualios namų valdos ir komercinės paskirties pastatai, 7 % – žemės ir miškų ūkis [42].

Globalinės klimato kaitos pasekmės pagal blogiausią scenarijų būtų tokios:

- ašigalių ledynų tirpsmas;
- vandenynų vandens lygio kilimas;
- pakrančių potvyniai ir erozija, paplūdimių degradacija;
- gėlųjų vandenų druskėjimas;
- Nyderlandų, Nigerijos, Bangladešo tankiai apgyvendintų pakrančių teritorijų užtvindymas;
- kritulių padidėjimas dėl padidėjusio garavimo tarp 35° ir 70° šiaurės platumų, jų sumažėjimas tarp 5° ir 35° šiaurės platumų;
- svarbiausių augalininkystės zonų pasislinkimas į šiauresnes teritorijas, kuriose yra blogesnės kokybės dirvožemis;
- sausringų Žemės zonų pasislinkimas 400–800 km šiaurės link, į tankiai apgyvendintas subtropikų teritorijas;
- Viduržemio klimato juostų plotų sumažėjimas, jų pasislinkimas į šiaurę;
- tundros zonos išnykimas;
- amžinojo įšalo ploto sumažėjimas ir miškingų plotų teritorijų išplitimas iki arktinių platumų [11].

Anglies dvideginio koncentracijos troposferoje padvigubėjimo pasekmės Žemės klimatui ir augmenijai pateikiamos 1.6 lentelėje.

1.6 lentelė. Prognozuojami Žemės klimato ir augmenijos juostų pokyčiai dėl klimato kaitos

Klimato juosta	Pokyčiai, %		Augmenijos rūšys	Pokyčiai, %	
	1990 m.	2030 m.		1990 m.	2030 m.
Įšalo	23	< 1	Tundra	3,3	0,0
Vėsioji	15	20	Miškai	58,4	47,3
Subtropinė	16	14	Savanos, stepės	17,7	28,9
Tropinė	25	40	Dykumos	20,6	23,8

Pagal 1.6 lentelėje pateiktus duomenis Žemės įšalo teritorija sumažės daugiau kaip 23 procentiniais punktais ir beveik visiškai išnyks, tad nebeliks tundros. Išnykus įšalui, kiek išsiplės vėsiojo klimato teritorijos, tačiau net 15 procentinių punktų išsiplės tropinio klimato teritorijos, kurios 2030 m. apims 40 % Žemės ploto. Toliau nykstant miškams, daugiau vietos mūsų planetoje atiteks savanoms, stepėms ir dykumoms.

Pagal kasdieninio oro temperatūros matavimų, vykdomų Vilniuje nuo 1777 m., duomenis konstatuojama aiški vidutinės metinės oro temperatūros didėjimo tendencija, kuri tapo ypač reikšminga per pastaruosius 15 metų. Daugumos metų mėnesių oro temperatūros pokyčiai yra statistiškai patikimi. Tačiau ypač šiltesni per stebėjimo

laikotarpį tapo gruodis ir sausio mėnesiai. Taip pat nustatyti kritulių kiekio pokyčiai – jų padidėjimas šaltaisiais metų mėnesiais ir sumažėjimas šiltuoju metų laikotarpiu. Prognozuojama, kad pagal nuosaikų klimato kaitos scenarijų Vilniaus miesto oro vidutinė 1961–1990 m. metinė temperatūra nuo 5,7 °C 2080 m. turėtų pakilti iki 8 °C, o pagal pesimistinį scenarijų – iki 11,4 °C. [43].

Pagal klimato kaitos modelį Lietuvoje žiemos temperatūra pakiltų 1,5–4 °C, pavasario 2–4 °C, vasaros 1–2 °C, rudens 1–3 °C. Vidutinė metinė temperatūra būtų 1,5–3,5 °C didesnė, žiemą kritulių padaugėtų 5–20 %, pavasarį ir rudenį – 5–10 %, vasarą kritulių kiekis keistųsi apie 6 %. Metinis kritulių prieaugis sudarytų apie 4–7 %, padažnėtų sausringų vasarų, beveik perpus sutrumpėtų sniego dangos trukmė, žiemą imtų vyrauti mišrių fazių krituliai (šlapdribos).

Prognozuojama, kad padažnės trumpalaikės meteorologinės anomalijos. Įvykus esminiams klimato pokyčiams, sumažės dirvų derlingumas, žemės ūkio kultūrų ir vandens telkinių produktyvumas, pasikeis ir iš dalies degraduos Baltijos jūros kranto ir pajūrio zonos ekosistemos (paplūdimių degradacija, pakrantės teritorijų apsėmimas, gruntinio vandens lygio kėlimas, miškingų teritorijų pelkėjimas, medžių puvimas ir jų virtimas). Atšilus klimatui, pasikeis paukščių sezoninio migravimo laikotarpiai ir kryptys, sustojimo sankaupos, trumpės migravimo atstumas, todėl sumažės tolimųjų migrantų paukščių rūšių skaičius.

Globalinė klimato kaita jau dabar daro įtaką biologinei įvairovei, augalų ir vabzdžių fenologijai ir arealų plėtimui, paukščių atskridimui pavasarį bei perėjimo laikotarpiui, jų migravimui, žiemaviečių pasirinkimui, saugomų teritorijų (*NATURA 2000*) kokybei ir kaitai, ekosistemų stabilumui. Pagal Vilniaus universiteto Ekologijos instituto mokslininkų daugiamečių stebėjimų (1971–2004 m.) duomenis tiek tolimieji, tiek artimieji paukščiai migrantai į Vilnių pavasarį parskrenda anksčiau nei stebėjimų laikotarpio pradžioje. Pavasarį anksčiau atskrenda dauguma žvirblinių ir vandens paukščių. Statistiškai patikimas atskridimo datų ankstėjimas – 0,03–0,69 dienos per metus [44].

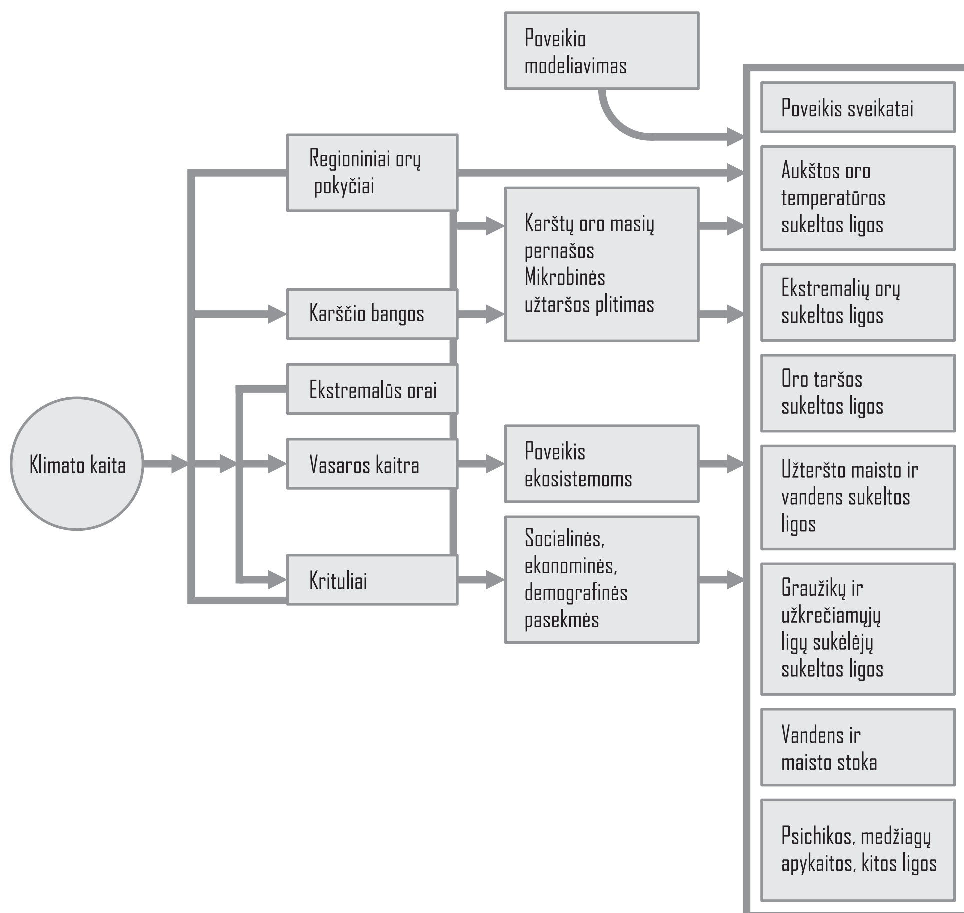
Klimato atšilimo pasekmės (plonas sniego sluoksnis, dažni atlydžiai ir lietūs) neigiamai veikia žiemines javų kultūras (pasėlių išmirkymas, šutimas, atsinaujinanti vegetacija, grybelių veisimasis). Atšilus žiemoms pagerėja sąlygos išgyventi augalijos ir gyvūnų kenkėjams, padažnėjus liūtims dirvožemį pasiekia daugiau rūgščiųjų lietaus kritulių, didėja dirvožemio erozijos plotai, nukenčia miškai. Miškuose galimi greitesni rūšių pokyčiai – spygliuočius ima išstumti lapuočiai arba mišrieji miškai. Tolesnė klimato kaita neigiamai paveiks javų derlingumą, kuriems tenka du trečdaliai visų pasaulio maistingųjų medžiagų energijos išteklių. Daugiausiai nukentėtų Pietų Azijos, Afrikos, Centrinės Amerikos šalių gyventojai.

Klimato atšilimas daro neigiamą įtaką materialiajam turtui – žiemą padidėja pastatus dengiančių konstrukcijų dūlėjimas, stiprėja vertikaliųjų konstrukcijų drėkinimas, susidaro palankios sąlygos metalinių konstrukcijų korozijai.

Prognozuojama, kad esminiai **klimato pokyčiai paveiks neigiamai visuomenės sveikatą.** Šiltnamio reiškinio poveikio visuomenės sveikatai bendroji schema pateikta 1.5 pav.

Šiltesniais žiemos mėnesiais susilpnės klimato grūdinamosios savybės, išgyvens ligas sukeliantys (patogeniniai) mikroorganizmai, tarp jų – virusai ir jų pernešėjai, sumažės žmonių atsparumas nepalankiems meteorologiniams veiksniams – atodrėkiams, padidėjusiai oro drėgmei. Tiek žiemą, tiek vasarą pablogės žmonių rekreacijos sąlygos. Permainingi orai pakenks vyresnio amžiaus ir kitų jautrių gyventojų grupių sveikatą, gali padidėti sergamumas lašelinėmis infekcijomis, kraujo apytakos, kvėpavimo takų ligomis, taip pat gali daugėti depresijų.

Australijos nacionalinio Kanberos universiteto Nacionalinio epidemiologijos ir visuomenės sveikatos centro mokslininko A . J. McMichaelo duomenimis, dėl sausringų ir



1.5 pav. Klimato kaitos poveikio visuomenės sveikatai pasekmės [35]

saulėtų vasarų padidės nepalankaus ultravioletinių spindulių poveikio tikimybė, padažnės sveikatos sutrikimų, susijusių su kenksmingu karštų orų poveikiu – šilumos ir Saulės smūgių, širdies priepuolių, odos nudegimų, melanomų, susirgimų odos vėžiu, kitų sveikatos sutrikimų, susijusių su nepalankiu ultravioletinių spindulių poveikiu [35].

Ypač neigiamai veikia sveikatą ilgesnį laiką trunkantys karščiai, kurie mokslinėse publikacijose apie klimato poveikį žmonių sveikatai vadinami *Heatwave*. Šiuo terminu vadinamas meteorologinis reiškinys, kai 3 dienas iš eilės aplinkos oro temperatūra yra ne žemesnė kaip 30 °C arba kai 5 dienas iš eilės ji ne žemesnė kaip 25 °C. Prancūzijoje per 2003 m. karščio dienas konstatuotos 14 802 gyventojų mirtys, kurių priežastimi laikyta žudanti vasaros kaitra. Didžiojoje Britanijoje tais pačiais metais užregistruotos 2 045 žmonių mirtys, Portugalijoje – 2 099 mirtys, sietinos su aplinkos oro karščio poveikiu. Čikagoje (JAV) 1995 m. vasarą gyventojų mirtingumas padažnėjo, praėjus 2 dienoms nuo karščio bangos.

Taip pat tikėtina, kad vasaros mėnesiais dėl vandens stygiaus ir žmonių imuniteto susilpnėjimo padaugės ūmių žarnyno infekcijų, tarp jų – salmoneliozės atvejų, plaučių virusinių ligų. Prasiplės kitų užkrečiamųjų ligų – maliarijos, denge karštligės, leišmaniozės, šistomiazės paplitimo teritorijos. Gyventojų jautrumas klimato pokyčiams labai priklausys nuo gyventojų tankio, konkrečios teritorijos epidemiologinės situacijos, ekonominio išsivystymo lygio, mitybos kokybės, vietovės gyventojų sveikatos išteklių, sveikatos priežiūros paslaugų prieinamumo. Žiemą pablogėjus autotransporto eismo sąlygoms, padaugės autoįvykių ir nelaimingų atsitikimų keliuose. Permainingi žiemos orai dėl miestų ir gyvenviečių gatvių šaligatvių slidumo kels pavojų pėstiesiems.

D. H. Campbellas-Lendrumas ir kt. surinko bei apibendrino įvairių pasaulio regionų – Rytų Viduržemio jūros, Lotynų Amerikos, Pietryčių Azijos, Ramiojo vandenyno Vakarų regiono šalių gyventojų sveikatos statistikos duomenis ir palygino juos su viso pasaulio rodikliais. Konstatuota, kad išvardytų regionų, kuriuose vyksta ekstremalūs klimato pokyčiai, gyventojai daug dažniau nukenčia dėl ūmių žarnyno sutrikimų (viduriavimų), maliarijos, nepakankamos mitybos ligų.

Publikacijos autoriai nustatė, kad karšto ir sauso klimato sąlygomis, aplinkos oro temperatūrai pakilus 1 °C virš mažiausiai rizikingo jos lygio (20 °C), mirtingumas dėl širdies ir kraujagyslių ligų padidėja 1,4 %. Autoriai prognozuoja, kad šiltnamio reiškinys padarys didžiausią žalą Afrikos, Rytų Viduržemio jūros, Pietryčių Azijos regionų gyventojams, kurie labiausiai nukentės nuo bado, ūminių žarnyno infekcijų, maliarijos. Lotynų Amerikos ir Karibų baseino, Ramiojo vandenyno Vakarų šalys daugiausia nuostolių patirs dėl užplūdimų [45].

C. F. Corvalanas ir kt. apžvelgė pagrindines tarptautines konvencijas, susijusias su pasaulio bendrijos priimtais įsipareigojimais, siekiant stabilizuoti klimato kaitos reiškinius ir sušvelninti jų pasekmes. Tarp jų – Biologinės įvairovės konvenciją (1992 m.) ir Kartachenos biologinės saugos protokolą (2000 m.), Užtvindomų teri-

torijų Ramsaro konvenciją (1971 m.), Dykumų ribojimo konvenciją (1992 m.) ir kt. Autoriai teigia, kad klimato kaitos reiškinio poveikiui visuomenės sveikatai įvertinti reikalingas skirtingų sričių specialistų ir socialinių partnerių bendradarbiavimas. Planuojant tyrimus turi būti teisingai pasirinkti prioritetai, taip pat tyrimų ir sprendimų priėmimo metodai [46].

Kai kurie ekologai įžvelgia ir tam tikrų teigiamų klimato šiltėjimo pasekmių. Manoma, kad per šiltesnes žiemas pavyktų išvengti didesnio gyventojų mirtingumo, kuris šiaurinių platumų šalyse yra siejamas su stiprių šalčių poveikiu. Karšto klimato šalyse turėtų sumažėti moskitų populiacijų. Tačiau išvardyti teigiami dalykai nenusvertų globalinių neigiamų klimato šiltėjimo pasekmių.

Kai kuriose mokslininkų publikacijose teigiama, kad žmonijos laukia anaiptol ne šiltnamio reiškinio pasekmės, bet naujoji ledyno era. Klimatui šiltėjant po kelių dešimtmečių ims tirpti Grenlandijos ledynas. Ledyno gėlasis vanduo praskies Labradoro srovės sūrų vandenį, dėl to sumažės jos vandens tankis. Tapęs lengvesnis Labradoro srovės vanduo nustums nuo Europos krantų pusiaujo link šiltą Golfo srovę. Prognozuojamas klimato atšalimas Europoje turės neigiamų pasekmių žemės ūkiui ir visai ekonomikai [4].

Pirmoji pasaulinė konferencija, skirta Žemės klimato problemoms spręsti, įvyko 1979 m. Tais pačiais metais Pasaulio meteorologinė organizacija įsteigė Pasaulinę klimato programą (*World Climate Programme*). 1988 m. Jungtinių Tautų Aplinkos apsaugos programos ir Pasaulio meteorologinės organizacijos pastangomis buvo įkurta Tarpvyriausybinė klimato kaitos komisija.

Jungtinių Tautų Asamblėja 1990 m. įsteigė Bendrosios klimato kaitos konvencijos Tarpvyriausybinį derybų komitetą. Rio de Žaneiro konferencijoje 1992 m. **Jungtinių Tautų Bendrąją klimato kaitos konvenciją (JTBKKK)** (*UN Framework Convention on Climate Change UNFCCC*) pasirašė 155 šalys [47]. Konvencijos laikinasis sekretoriatas 1993 m. parengė jos įgyvendinimo mokamąją programą *CC:TRAIN*. Programos tikslas – padėti šalims sukurti nacionalines institucijas.

Šalys, pasirašiusios ir ratifikavusios šią Konvenciją, prisiėmė tokius **įsipareigojimus**:

- parengti nacionalinę strategiją, atlikti šiltnamio reiškinį sukeliančių dujų ir emisijos šaltinių inventorizaciją pagal 1990 m. duomenis;
- imtis priemonių, švelninančių klimato kaitos pasekmes, ribojant šiltnamio reiškinį sukeliančių dujų technogeninę emisiją, taip pat gerinant šių dujų absorbentų (miškingų teritorijų) apsaugą;
- rengti nacionalinius pranešimus apie Konvencijos ir Nacionalinės strategijos priemonių įgyvendinimą.

Pagrindinę reikšmę pažabojant neigiamus antropogeninius klimato pokyčius ir jų pasekmes aplinkai ir žmonių sveikatai pasaulio bendruomenė skiria **Jungtinių Tautų Kioto protokolui**, kuris buvo priimtas 1987 m. gruodžio mėnesį Japonijoje,

Kioto mieste, ir įsigaliojo 2005 m. vasario 16 d., kai jį pasirašė 140 pasaulio šalių. Lietuva Kioto protokolą pasirašė 1998 m. rugsėjo mėnesį. Išsivysčiusios valstybės įsipareigojo sumažinti šilumos efektą sukeliančių dujų emisijas iki 2008–2012 m. vidutiniškai 8 % nuo 1990 m.

Kioto protokolą nepasirašė Jungtinės Amerikos Valstijos, kurioms tenka 36,1 % visų pasaulyje išmetamų šiluminį efektą sukeliančių dujų, taip pat Australija, išmetanti 2,1 % šių dujų.

Japonija, Kanada, Lenkija, Nyderlandai ir Vengrija yra įsipareigojusios šiluminį efektą sukeliančių dujų išmetalus sumažinti 6 %, Italija – 6,5 %, Belgija – 7,5 %, Bulgarija, Estija, Lietuva, Latvija, Slovakija, Slovėnija, Šveicarija – 8 %, Didžioji Britanija – 12,5 %, Austrija – 13 %, Danija ir Vokietija – net 21 %. Tačiau kai kurios šalys (Airija, Graikija, Islandija, Ispanija, Portugalija, Norvegija, Švedija) dar neviršija leidžiamų šiltnamio reiškinį sukeliančių dujų išmetamų kiekių limitų. Todėl 2005 m. pradėjo veikti Europos Sąjungos šalių apyvartinių taršos leidimų (ATL) prekybos sistema (ATL sistema), kurią reglamentuoja direktyva 2003/87/EB. Pagal ATL sistemos nustatytą tvarką įmonės gali nusipirkti taršos leidimus iš kitų įmonių, kurios į aplinką išmeta mažiau, nei leidžiama globalinio klimato kaitai poveikį darančių teršalų.

Europos Sąjunga, formuodama šiltnamio dujų emisijos mažinimo politiką energetikos ir transporto sektoriuose, priėmė Kogeneracijos elektrinių skatinimo direktyvą 2004/8/EB, Biokuro ir kito atsinaujinančio kuro naudojimo transporte skatinimo direktyvą 2003/30/EB, Elektros iš atsinaujinančių energijos šaltinių skatinimo direktyvą 2001/77/EC.

Jungtinės Amerikos Valstijos 2001 m. birželio mėnesį su septyniomis Centrinės Amerikos valstybėmis pasirašė Jungtinę Deklaraciją dėl bendrų pastangų siekiant tvariosios plėtros. Deklaracijoje pabrėžtinai iškeltas tikslas imtis bendrų pastangų šiltnamio reiškiniui švelninti joje paskelbus tokius prioritetus: moksliniai šiltnamio reiškinio tyrinėjimai; šiltnamio dujų identifikavimas ir jų monitoringas; investicijos į miškų apsaugą; energijos vartojimo efektyvumo didinimas; aplinkosaugos technologijų rėmimas; adaptacijos procesų šiltnamio reiškiniui nagrinėjimas ir jų skatinimas; šalių bendradarbiavimas siekiant nagrinėti šiltnamio reiškinius [47]. Panašios gairės yra numatytos Europos Komisijos 2005 m. priimtame komunikate „Laimėkime kovą su klimato kaita“. Komunikate nustatyti tokie Europos Sąjungos prioritetai: toliau laikytis Kioto protokolo principų, įtraukti į prekybą apyvartiniais taršos leidimais visas šiltnamio dujas, plėtoti ir diegti šiltnamio efektą mažinančias technologijas, prisitaikyti prie neišvengiamų šiltnamio reiškinio padarinių [48].

Lietuva Konvenciją pasirašė 1992 m. birželio mėnesį. Lietuvos Respublikos Seimas ją ratifikavo 1995 m. vasario 23 d.

Siekiant įgyvendinti Konvencijos prisiimtus įsipareigojimus, Lietuvoje 1996 m. parengta ir patvirtinta Konvencijos įgyvendinimo nacionalinė strategija ir veiksmų programa (Strategija). Pirmas nacionalinis pranešimas dėl konvencijos įgyvendinimo

parengtas 1998 m., antras pranešimas parengtas po ketverių metų (2002 m.), trečias – 2006 m.

Nacionaliniuose pranešimuose dėl Konvencijos įgyvendinimo pateikiami tokie duomenys:

- informacija apie šiltnamio reiškinį sukeliančių dujų nacionalinį registrą,
- informacija apie įgyvendintas ir planuojamas įgyvendinti priemones šalies įsipareigojimams įgyvendinti,
- Strategijos įgyvendinimo pasekmių prognozė.

Pagal Lietuvos konvencijos įgyvendinimo strategiją planuojama 2010 m., palyginti su 1990 m., į aplinkos orą išmesti mažiau: anglies dvideginio – 14,4 %, metano – 12,6 %, diazoto oksido – 58,8 %, azoto oksidų – 9,3 %.

Konvencijos įgyvendinimo strategijos pagrindinės priemonės yra tokios:

- energinių išteklių visose ekonominės veiklos srityse ir buityje taupymas;
- atsinaujinančių energijos šaltinių (Saulės, vandens, vėjo, biodujų) naudojimo techninių galimybių sukūrimas ir naudojimas;
- alternatyvių autotransporto kuro rūšių gamybos plėtotės, elektros ir nevariklinių transporto priemonių prioritetinė plėtra;
- atliekų ir antrinių žaliavų perdirbimas, sąvartynų modernizavimas;
- šiltnamio dujų adsorbentų išsaugojimas (miškų ir kitų adsorbentų apsaugos priemonės);
- tausojamosios žemdirbystės plėtra, šiltnamio dujų emisijos kontrolė ir valdymas;
- gyventojų informavimas, mokymas, elgsenos, leidžiančios sumažinti šiltnamio dujų emisiją, propagavimas, jų sąmoningumo stiprinimas, žinių apie gerąją patirtį, taupant energinius išteklius, sklaida.

1.6. Pastatų vidaus aplinkos oro kokybė, „sergančio pastato“ sindromas

Pastaraisiais metais vis daugiau dėmesio skiriama statinių, tarp jų – nuolatinio būsto, laikinojo apgyvendinimo, administracinių, komercinių, sveikatos priežiūros, vaikų ugdymo ir mokymo, socialinės globos, kultūros ir kitų įstaigų statinių patalpų oro kokybei. Daugeliu tyrimų įrodyta, kad patalpų aplinka gali būti daugiau teršiama nei išorinės aplinkos oras. Patalpų oro užterštumo problemos gyventojų ir pastatų naudotojų sveikatos aspektu yra ypač aktualios dėl to, kad darbingo amžiaus žmonės iki dviejų trečdalio paros laiko praleidžia patalpose. Sunkūs ligoniai, neįgalieji būsto ar sveikatos priežiūros (globos) įstaigų patalpose išbūna 80–90 % paros laiko ar net visą parą.

Sistemingi pastatų patalpų aplinkos kokybės tyrimai pradėti 1987 m., kai NATO komitetas modernios visuomenės iššūkiams nagrinėti (*NATO Commetee for the Challenges of Modern Society, CCMS*) savo metinę konferenciją paskyrė diskusijoms, susijusioms su patalpų oro kokybe. Konferencijoje JAV ir Italijos vyriausybės pasisiūlė finansuoti atitinkamus tyrimus. Tyrimų programa, kurioje sutiko dalyvauti 14 šalių, buvo patvirtinta *CCMS* sesijoje, įvykusioje 1988 m. Atėnuose. Pasirinktos tokios **tyrimų kryptys:**

- patalpų oro kokybės poveikis žmonių sveikatai ir gerovei;
- patalpų teršimo specifiniais teršalais (radonu, lakiaisiais organiniais junginiais, biologiniais teršalais) vengimo ir mažinimo strategijos;
- patalpų oro teršalų poveikio gyventojų sveikatai rizikos vertinimas;
- patalpų oro kokybės ir jos reguliavimo ekonominiai aspektai;
- pastatų energijos balansas ir patalpų oro kokybė;
- gyventojų informavimas ir mokymas patalpų oro užterštumo rizikos ir prevencijos klausimais;
- patalpų oro kokybės tyrimų duomenų kaupimas, teisės aktų tarptautinės duomenų bazės formavimas.

Vis didėjantį dėmesį gyvenamosios aplinkos kokybei gerinti rodo ir tai, kad spalio 5 dieną kasmet minima Tarptautinė būsto diena. Sveiko būsto problemomis pradėta domėtis ir Lietuvoje. Įvairius šios problemos aspektus monografijoje „Ekologija tavo namuose“ išnagrinėjo Lietuvos ekologas Julius Baltrukonis [49].

Veiksniai, darantys neigiamą poveikį gyvenamojo namo higienai, aplinkai ir sveikatai, gali būti suskirstyti į išorinius ir vidinius.

Išoriniai veiksniai – gyvenamojo namo sklypo plotas, jo tinkamumas gyventojų reikmėms (privažiuojamieji keliai, vaikų žaidimo, buitinių atliekų surinkimo aikštelės, automobilių ir dviračių saugyklos, želdiniai ir kt.); gyvenamojo namo orientacija pagal pasaulio šalis, insoliacijos sąlygos; aplinkos oro cheminis ir fizikinis užterštumas.

Vidiniai veiksniai – buto patalpų erdvės elementų matmenys, išorinių konstrukcijų šiluminė varža ir garso izoliacija; patalpų oro kokybė, pastato inžinerinė įranga; geriamojo vandens tiekimas ir jo kokybė.

M. A. Berry'is [50], identifikavęs pagrindinius patalpų oro teršalus, priėjo išvadą, kad jie gali kelti riziką gyventojų, jų palikuonių sveikatai ir gyvybei. Autoriaus duomenimis, didžiausią riziką gyventojams kelia tabako dūmai, radono dujos, asbesto plaušeliai, organiniai ir neorganiniai cheminiai junginiai, biologiniai teršalai ir nejonizuojančioji spinduliuotė. Rūkymas patalpose (*Environmental tabacco smoke, ETS*) yra susijęs su oro teršimu anglies viendeginio, nikotino, akroleino, azoto oksidų dujomis, kietosiomis dalelėmis, benzpirenu. Rūkymo metu išsiskiriantys teršalai ir rūkoriams, ir kitiems patalpose esantiems žmonėms kelia kraujotakos organų, kvė-

pavimo takų pakenkimų, tarp jų – vėžio, riziką, dirgina, sukelia alergines reakcijas, silpnina organizmo imunitetą ir jo atsparumą ligas sukeliantiems veiksniams.

Ruošiant maistą ir kūrenant šildymo įrenginius, į patalpų orą patenka anglies, azoto oksidų, sieros dvideginio, formaldehido, aerozolių. Formaldehido dujos taip pat gali išsiskirti iš patalpų vidaus apdailos sluoksniuotosios medienos gaminių, korpusinių baldų elementų ir minkštųjų baldų apmušalų. Net mažos anglies, azoto ir sieros oksidų koncentracijos nepalankiai veikia centrinę nervų sistemą, pažeidžia plaučių funkciją.

R. A. Waddenas ir P. A. Scheffas apibendrino daugelio autorių, tyrusių gyvenamųjų namų patalpų oro užterštumo, naudojant dujines virykles ir dujinius šildymo katilus, duomenis, kurie pateikti 1.7 lentelėje.

Iš 1.7 lentelėje pateiktų duomenų matyti, kad pagamintos šiluminės energijos vienetui dujinių teršalų daugiausiai išmeta dujinė krosnis, mažiausiai, išskyrus azoto oksidą, – buitiniai vandens šildytuvai.

1.7 lentelė. Emisijos į patalpų orą duomenys naudojant dujinius įrenginius [51]

Įrenginys	Lyginamoji emisija, µg/kkal		
	Teršalas		
	CO	NO	NO_2
Dujinė krosnis	510,0	130,0	79,0
Virtuvinė viryklė	88,0–182,0	38,6–43,6	21,3–24,9
Buitinis vandens šildytuvas (boileris)	8±3,9	135±37	9±3,8

Patalpų oras teršiamas naudojant dažus, lakus, sandariklius, klijus, kuriuose yra organinių skiediklių, kitų lakiųjų organinių medžiagų. Naudojant tokius statybos produktus, patalpų oras teršiamas ksileno, tolueno, acetatų, stireno, alkoholių, kitų lakiųjų medžiagų dujomis. Pastatą šiltinant, į patalpų orą gali patekti akmens, stiklo vatos plaušelių, fenolio ir formaldehido dujų. Patalpų ore yra nemažai smulkių kietųjų dalelių – tekstilės, popieriaus, gyvūninės kilmės dulkių, taip pat mineralinių dulkių, kurios į patalpas patenka per langus arba kartu su lauko purvu. Asbesto plaušeliai į pastatų vidaus aplinką gali patekti tiek iš pastatų konstrukcijų, tiek iš miestų aplinkos oro. R. A. Waddeno ir P. A. Scheffo publikacijoje pateikti Jungtinių Amerikos Valstijų tyrėjų duomenys, kad asbesto (amozito, chrizotilo) plaušelių kiekis 1 cm^3 tiek gyvenamųjų, tiek viešosios paskirties patalpų ore siekė 2,8– 4,1 vienetų, asbesto plaušelių koncentracijos 40– 296 ng/m^3 [51].

Patalpų oras labai teršiamas naudojant buitinius aerozolius – dezodorantus, plaukų, tekstilės gaminių, baldų priežiūros priemones, naminių vabzdžių naikinimo preparatus (1.8 lentelė).

1.8 lentelė. Buitinių aerozolinių preparatų dispersiškumo duomenys [51]

Preparatas	Aerozolio koncentracija patalpų ore, mg/m³	Aerozolio dalelių vidutinis dydis, µm	Aerozolio dispersinė sudėtis, masės %		
			Aerozolio dalelių dydis, µm		
			<1	1–3	3–6
Oro gaiviklis	27	5,2–6,3	5	16	32
Dezodorantas	246	5,9–7,3	3	17	30
Antistatikas	9	2,6–4,0	13	30	28
Baldų lakas	22	3,0–4,9	11	29	34
Plaukų lakas	30	5,8–6,4	5	16	29

Didžiausią aerozolio koncentraciją patalpų ore sukelia dezodoranto naudojimas, mažiausią – antistatiko naudojimas, tačiau antistatiko aerozolis pasižymi didžiausia dispersija – 13 % preparato dalelių smulkesnės nei 1 µm, o dezodoranto aerozolyje tokio dydžio dalelių yra tiktai 3 %.

Didelę įtaką patalpų oro kokybei daro biologiniai teršalai: žiedadulkės, bakterijos, jų sporos, virusai, grybeliai, kirmėlių (helmintų) kiaušinėliai, namų dulkių erkės. Biologiniai teršalai yra pavojingi dėl savo savybių sukelti užkrečiamas ligas, apnuodyti organizmą gyvybinės veiklos toksinais, taip pat dėl gebėjimo sukelti stiprias alergines reakcijas. Jos gali pasireikšti šienligės požymiais (sloga, čiauduliu, sunkiu kvėpavimu per nosį, ašarojimu), astmos požymiais (dūsavimu, sunkumu krūtinėje, oro stoka kvėpuojant), karščiu, kosuliu, raumenų skausmais. Biologiniai teršalai gali pažeisti smulkiuosius bronchus ir plaučių audinį. Patalpų biologinė tarša gali sukelti ir kitas užkrečiamąsias ligas – virusines infekcijas ir net plaučių tuberkuliozę.

Patalpų fizikinė tarša yra susijusi su grunto ir statybinių produktų radono emisija, elektros ir elektronikos prietaisų nejonizuojančiąja spinduliuote, išorės ir vidaus šaltinių skleidžiamu triukšmu, statine elektros iškrova, kuri susidaro polimerinių medžiagų ir plastikinių gaminių (polimerinių grindų dangos, plastikinių dailylenčių, plastikinių langų rėmų) paviršiuose.

Nepalanki sveikatai pastato patalpų aplinka dažnai siejama su šiluminio komforto reikalavimų neatitinkančia patalpų oro temperatūra, santykine drėgme, nepakankamu patalpų vėdinimu. Nepalankią psichologinę įtaką daro nepakankamas natūralus ir dirbtinis apšvietimas, neestetiška, nejauki išorės aplinka, prasiskverbiantys iš išorės aplinkos oro pašaliniai kvapai ir kt.

Dabartiniu metu **„sergančio pastato sindromo“** (*Sick building syndrome, SBS*) ir jo gyventojų arba naudotojų sveikatos problema tapo viena aktualiausių ekonomiškai išsivysčiusių šalių problemų. Žodis *sindromas* (gr. *syndrome* – sankaupa) reiškia ligos simptomų kompleksą arba šiuo atveju – sveikatos sutrikimų, turinčių bendrą

priežastį, visumą. „Sergančio pastato“ sindromas atskleidžia žmonių savijautos ir sveikatos sutrikimus gyvenant, dirbant ar mokantis patalpose, kurių aplinkos kokybė neatitinka visuomenės sveikatos priežiūros teisės aktų reikalavimų arba neužtikrina buvimo jose komforto.

„Sergančio pastato“ sindromo sąvoka taikoma ir pastatų gyvenamosioms patalpoms, ir darbo bei mokymo patalpoms. Pastatų gyventojų arba naudotojų **sveikatos sutrikimų sindromas pasireiškia tokiais požymiais:**

- nosies gleivinės džiūvimu, dirginimu, sloga, sunkiu kvėpavimu per nosį;
- akių gleivinės džiūvimu, perštėjimu;
- gerklės džiūvimu, dirginimu;
- odos sausumu, paraudimu, kartais bėrimu, susijusiu su tiesioginiu arba jautrinančiu poveikiu odai;
- galvos skausmu, mieguistumu, nuovargiu, nesugebėjimu koncentruoti dėmesį, našiai ir kokybiškai dirbti [52, 53].

Örebro miesto (Švedija) Medicinos centro profesinės medicinos skyriaus mokslininkai Kjellas Anderssonas ir Göranas Stridhas pagal specialiai parengtą anketą apklausė dideles grupes Švedijos ir Norvegijos įmonių darbuotojų, mokymo įstaigų moksleivių, gyvenamųjų namų gyventojų, kurie, atsakydami į pateiktus klausimus, vertino patalpų aplinkos kokybę. Respondentų prašyta prisiminti, ar jie per paskutinį mėnesį patyrė sveikatos sutrikimų, nesėkmę darbe ar mokykloje, kuriuos galėtų sieti su nepalankia patalpų aplinkos kokybe. Nurodytos tokios pagrindinės blogos savijautos arba darbingumo sumažėjimo priežastys: sausas patalpų oras, pašaliniai kvapai, kylantys nuo patalpų vidaus apdailos medžiagų, nuo betono grindų dangos kylančios dulkės, nepakankamas vėdinimas, triukšmas ir kt. [54].

P. Sherwoodas Burge, atlikęs „Sergančio pastato“ sindromo požymių atsiradimo laiką ir jų trukmė, padarė išvadą, kad dauguma jų gali atsirasti jau po 15–30 min. buvimo patalpose ir dingsta po pusvalandžio iš jų išėjus. Tačiau kai kurie ypač ryškūs simptomai (sloga, kosulys, bronchų astmos priepuoliai) išlieka ilgesnį laiką, o darbuotojus jie gali kamuoti ir savaitgaliais [55].

D. F. Naugle, įvertinęs patalpų aplinkos kokybės parametrų poveikio riziką gyventojų ir naudotojų sveikatai, pasiūlė tokius rizikos vertinimo kriterijus: sveikatai nepalankaus veiksnio (kelių veiksnių) šaltinio (šaltinių) arba priežasties identifikavimą; teršalų koncentracijos arba lygio didžiausias ir vidutines vertes; sveikatai nepalankių veiksnių poveikio trukmę; veiksnio ekspoziciją – veiksnio koncentracijos arba lygio verčių ir jų poveikio trukmės sąveiką; poveikio pobūdį; teršalo dozę – į organizmą patekusį arba kitaip jį paveikusį teršalo kiekį per tam tikrą laiko tarpsnį; organizmo reakcijos į sveikatai nepalankaus veiksnio poveikį pobūdį; žmonių, kuriems konstatuotas „Sergančio pastato“ sindromas, skaičių, tarp jų – vaikų, nėščių moterų, neįgaliųjų, senyvo amžiaus, silpnos sveikatos žmonių skaičių [56].

Nyderlandų nacionalinio visuomenės sveikatos ir aplinkos apsaugos instituto mokslininkai, ištyrę šalies gyvenamųjų namų patalpų oro kokybę, konstatavo, kad

azoto dioksido koncentracija viršijo ribinį „priimtinos rizikos lygį“ 90 % ištirtų patalpų, radono kiekis – 70–90 % ištirtų patalpų. Tabako dūmų komponentų koncentracijos kėlė riziką žmonių sveikatai 60–65 % ištirtų patalpų, 15 % atvejų konstatuotas padidėjęs patalpų oro drėgnis. Pagrindinis gyvenamųjų patalpų oro taršos šaltinis azoto dioksidu – dujų deginimo įrenginiai (oro ir vandens šildymo degikliai ir katilai, virtuvių viryklės). Ištirtų butų virtuvėse azoto dioksido vidutinė 1 valandos koncentracija sudarė 2 mg/m^3, t. y. 6,7 karto didesnė nei priimtina pagal Nyderlandų patalpų oro kokybės standartus. Pagrindinis patalpų teršimo kietosiomis dalelėmis šaltinis – tabako dūmai. Surūkius vieną cigaretę, vidutinė kietųjų dalelių koncentracija patalpos ore padidėja 2–5 µg/m^3, suvartojus 8–10 cigarečių per dieną, kietųjų dalelių koncentracijos vertė patalpoje būtų ribinio metinio dydžio – 40 µg/m^3 [57].

Vokietijos Federalinės sveikatos apsaugos įstaigos Vandens, dirvožemio ir oro higienos institutas, vykdydamas formaldehido norminimo programas, atliko daugiau kaip 2 tūkstančius šio teršalo koncentracijos gyvenamųjų patalpų ore tyrimų. Vidutinė formaldehido koncentracija sudarė 0,056–0,063 mg/m^3, didžiausia – 0,23–1,2 mg/m^3, 8 % oro bandinių ji viršijo leistąjį dydį (0,12 mg/m^3) [58].

Murdocho universiteto (Vakarų Australija) mokslininkai ištyrė 148 gyvenamųjų namų patalpų orą formaldehido koncentracijai nustatyti. Metus trukęs formaldehido monitoringas buvo atliktas miegamuosiuose, svetainėse ir virtuvėse. Tik pavieniuose oro bandiniuose formaldehido koncentracija viršijo Australijoje nustatytą šio patalpų teršalo koncentracijos ribinę vertę. Tyrimo autoriai konstatavo didesnę formaldehido koncentraciją naujos statybos namuose vasarą, o tarp būsto patalpų – miegamuosiuose kambariuose. Pagrindiniais formaldehido šaltiniais laikomos karbamido formaldehido putos, naudojamos pastatų išorinių sienų tinkamai šiluminei varžai užtikrinti, taip pat sluoksniuotosios medienos gaminiai ir tabako dūmai [59].

Kito Australijos miesto – Pertho – mokslininkai, siekdami ištirti gyventojų nuomonę apie būsto aplinkos riziką sveikatai, apklausė apie 2 tūkstančius žmonių. 39,3 % respondentų teigė, kad gyvenamųjų patalpų aplinka kelia didesnę riziką jų sveikatai nei išorinės aplinkos veiksniai. 9,5 % respondentų riziką, susijusią su būsto vidaus aplinka, įvertino kaip nepriimtiną. Nurodyti tokie riziką sveikatai keliantys veiksniai: tabako dūmai, asbestas, namų dulkių erkės, cheminės medžiagos, tarp jų – buityje naudojami pesticidai [60].

Johnas A. Hoskinsas, cituodamas daugelio šalių autorių publikacijų duomenis, nurodo tokias patalpų vidaus aplinkos nepalankios kokybės priežastis: patalpų erdvės sandarumą, jų prastą vėdinimą, organinio kuro deginimą, didelį oro drėgnumą ir jo biologinį užterštumą, rūkymą patalpose. Alaus baruose, kuriuose rūkoma, anglies viendeginio koncentracija siekė 20–30 mg/m^3. Gyvenamųjų namų virtuvėse deginant gamtines dujas, azoto dioksido dujų koncentracija siekė 596 µg/m^3, o naudojant elektrines virykles – 353 µg/m^3. Nevėdinamose virtuvėse trumpalaikė azoto dioksido koncentracija gali siekti net 3 800 µg/m^3. Autoriaus duomenimis, lakiųjų organinių junginių (LOJ) koncentracijos gyvenamųjų patalpų ore dažniausiai nesiekė žmonių

sveikatai reikšmingų verčių. Tačiau atliekant patalpų remontą, perkant naujus baldus arba apšiltinant pastatus, patalpų oras gali būti teršiamas LOJ dujomis, tarp jų – aromatiniais angliavandeniliais ir formaldehidu [61].

Pasaulio sveikatos organizacijos (PSO) duomenimis, formaldehido vidutinė metinė koncentracija didžiųjų miestų aplinkos ore svyruoja 0,005–0,01 mg/m^3, būsto patalpų ore sudaro 0,04–0,15 mg/m^3, o patalpose, kuriose yra sluoksniuotosios medienos gaminių, siekia 0,08–0,8 mg/m^3. Apibendrinus Danijos, Didžiosios Britanijos, Prancūzijos, Graikijos, Nyderlandų, Norvegijos, Švedijos, Šveicarijos ir Vokietijos gyvenamųjų ir visuomeninės paskirties pastatų (mokyklų, vaikų darželių) patalpų ore atliktus formaldehido koncentracijos tyrimus, konstatuota, kad ji daugeliu atvejų siekė 0,009–0,7 mg/m^3. Pagal PSO rekomendacijas formaldehido koncentracija būsto patalpų ore turi būti ne didesnė kaip 0,12 mg/m^3 (0,1ppm). Teigiama, kad žmogus, 65 % paros laiko praleisdamas namuose, įkvepia 0,5–10 mg formaldehido [62].

Filadelfijos (JAV) viešbutyje, kuriame 1976 m. vyko Amerikos kariuomenės veteranų – legionierių suvažiavimas, net 221 suvažiavimo dalyvis staigiai susirgo plaučių uždegimu. Iki to nežinoma liga nusinešė 34 legionierių gyvybes. Iki XX a. pabaigos skirtingose pasaulio šalyse – JAV, Didžiojoje Britanijoje, Ispanijoje, Prancūzijoje, Italijoje, Švedijoje, Rusijoje – užregistruota daugiau kaip 200 ligos protrūkių. Paaiškėjo, kad šios ligos epideminio protrūkio sukėlėjas yra mikroorganizmas, patenkantis į būsto patalpas iš oro kondicionavimo, aušinimo, vėdinimo sistemų. Mikroorganizmą pavadino *Legionella Pneumophila*, o jos sukeliamą ligą – **Legionierių liga.** Pasirodė, kad tiekiamo į oro kondicionavimo sistemas vandens temperatūra geriausiai tinka legionelėms daugintis. Legionierių ligos atvejai taip pat buvo registruojami, prausiantis po užterštu dušo vandeniu, įkvėpus vandens aušintuvų arba oro drėkintuvo aerozolio, taip pat atliekant kitas vandens procedūras, tarp jų – hidromasažo sūkurinėse voniose. Legionelės bakterija yra plačiai paplitusi paviršiniuose vandens telkiniuose ir kitose vandens talpyklose. Optimali bakterijos egzistencijos vandens temperatūra 20–45 °C. Legionelių dauginimasis tiekiamame vandenyje sustabdomas, kai vanduo pašildomas ne mažiau kaip iki 50 °C. Legionelės žūsta, kai karšto vandens tiekimo sistemų vanduo chloruojamas, nukenksminamas ozonu, ultravioletiniais spinduliais arba metalų jonais.

Pagrindinės žmonių rizikos grupės susirgti Legionierių liga – vyresni kaip 50 metų asmenys, rūkantys vyrai, sergantys lėtinėmis kvėpavimo takų ligomis. Legionierių liga dažniausiai susergama viešbučiuose, kitose ne nuolat eksploatuojamose gyvenamosiose patalpose, taip pat ligoninėse, kur ji registruojama kaip hospitalinė infekcija. Legionierių ligos sukėlėjui yra mažiau atsparūs vaikai, pagyvenę, turintys silpną imuninę sistemą žmonės. Liga yra sezoniška, labiausiai ji plinta birželio, liepos, rugsėjo ir spalio mėnesiais. 5-ojoje tarptautinėje konferencijoje 2000 m. Vokietijos Ulmo mieste, skirtoje Legionierių ligos epidemiologijai nagrinėti, konstatuota, kad ši liga vis labiau plinta daugelyje pasaulio šalių, ypač tarp keliautojų.

Hanso-Urso Wannero ir kt. paskelbtais duomenimis, didelę įtaką būsto aplinkai ir gyventojų sveikatai gali daryti **namų dulkių erkės.** Namų dulkių mėginiuose randama daugiau kaip šimtas erkių rūšių. Tačiau dažniausia pasitaiko *Pyroglyphoidea* antšeimio rūšys: *Dermatophagoides pronyssinus, Dermatophagoides farinae, Euroglyphus maynei*, kurioms tenka 70–100 % namų dulkių erkių. *Pyroglyphoidea* erkės yra 250–300 μ dydžio, balkšvos spalvos, peršviečiami voragyviai. Jų vystymasis nuo kiaušinių iki suagėlių trunka apie mėnesį. Patelės per aktyvųjį reprodukcinį gyvenimo laiką padeda 60–120 kiaušinių, po 1–3 kiaušinius per dieną [63].

Namų dulkių erkių poveikis žmonių sveikatai pasireiškia alerginėmis reakcijomis. Nustatyta, kad 45–85 % bronchų astmos priepuolių yra susiję su namų dulkių erkių poveikiu. Alergines reakcijas sukeliantis veiksnys yra namų dulkių erkių išmatose esantys alergenai, tarp jų – guaninas. Namų dulkių erkės bronchų astmos priepuolį jautriems asmenims gali sukelti, kai viename namų dulkių 1 grame yra 500 erkių. O pagal daugelio tyrimų duomenis erkių koncentracija 1 dulkių grame gali siekti 1 000.

Namų dulkių erkės minta nukritusiomis žmogaus kūno odos paviršinio sluoksnio (epidermio) ląstelėmis, pleiskanų žvyneliais. Todėl daugiausiai jų randama čiužiniuose, patalynėje, pagalvėse, apatiniuose drabužiuose, minkštų baldų apmušaluose, kiliminėje grindų dangoje, minkštuose žaisluose. Taip pat erkės minta mikroskopiniu grybu miceliu, sporomis, augalų žiedadulkėmis, bakterijomis, augalinės kilmės medžiagomis. Palankiausia aplinkos temperatūra erkėms vystytis yra +(25–27) °C, tinkamiausias aplinkos oro santykinis drėgnis – 60–80%. Daugiausia namų dulkių erkių randama mediniuose namuose – trigubai daugiau nei mūriniuose, blokiniuose gyvenamuosiuose pastatuose.

Drėgna gyvenamųjų patalpų aplinka yra labai palanki **grybeliams** daugintis. Grybelių rūšys *Alternaria, Cladosporium, Aspergillus* produkuoja alergenus, kurie gali sukelti ir staigias, ir uždelstas (per 4–8 valandas) alergines reakcijas, tarp jų – bronchų astmos priepuolį, alerginę slogą. Danijos mokslininkų duomenimis, grybeliams alergiški 8 % suaugusių ir 23 % vaikų, iš kurių 44 % jau serga bronchų astma. Kai kurių grybelių rūšys išskiria žmogaus organizmui kenksmingus mikotoksinus. Grybelių gyvybinės veiklos dujos – tai aldehidų, alkoholių, eterių, angliavandenilių mišinys, nuo kurio priklauso specifinis būsto oro „pelėsių kvapas“. Grybeliai gerai auga patalpų atitvarų (sienų, lubų, grindų) paviršiuose, kai juos veikia aplinkos drėgmė arba kaupiasi vidaus drėgmės kondensatas. Taip pat jie pažeidžia organines medžiagas, ypač maisto produktus. Dauguma grybelių rūšių vystosi patalpose, kai vidaus aplinkos temperatūra yra +(10–35) °C. Tačiau kai kurios grybelių rūšys išgyvena aplinkoje, kurios temperatūra yra žemesnė kaip +5 °C arba didesnė kaip +(55–60) °C.

Grybelių koncentracija ore matuojama nustatant jų kolonijų skaičių 1 m^3 oro mėginio (*colony forming units*, CFU/m^3) arba 1 g patalpų oro dulkių (CFU/g). Grybelių koncentracijų pasiskirstymas pagal lygius pateiktas 1.9 lentelėje.

1.9 lentelė Grybelių koncentracijos verčių gyvenamųjų ir visuomeninės paskirties patalpų ore pasiskirstymas pagal lygį [63]

Grybelių koncentracija	Koncentracijos vertė	
	CFU/m^3	CFU/g
Labai žema	<50	<1 000
Žema	<200	<2 500
Vidutinė	<1 000	<5 000
Aukšta	<10 000	<10 000
Labai aukšta	>10 000	>10 000

Visuomeninės paskirties pastatų patalpose labai maža grybelių koncentracija laikoma mažesnė kaip 25 išaugintų grybelių kolonijų iš 1 m^3 patalpos oro; labai didele, kai ši vertė yra didesnė kaip 2 000.

Gyvenamųjų patalpų 1 m^3 oro gali būti 12 000–22 000 **bakterijų,** tarp jų – *Bacillus subtilis, Pseudomonas aerugenosa, Micropolyspora faeni, Escherichia coli, Mycobacterium tuberculosi* ir kt. Dauguma bakterijų geriausiai išgyvena drėgnoje, blogai vėdinamoje, taip pat dulkėmis užterštoje aplinkoje.

Gerai vėdinamose tarnybinėse patalpose mikroorganizmų koncentracija siekia 512 bakterijų 1 m^3 patalpų oro. Patalpose, kuriose veikia kondicionavimo sistemos, jų kiekis perpus mažesnis (244 bakterijų/m^3). Bakterijos, patekusios į žmogaus organizmą, išskiria toksinus, pažeidžiančius skirtingus organus ir organų sistemas. Dažniausiai patalpų ore esančių bakterijų sukeliamos ligos – ūminės viršutinių kvėpavimo takų infekcijos, bronchų uždegimas, karštligė, pasižyminti aukšta kūno temperatūra, sunkumu krūtinėje, sunkiu kvėpavimu.

Bakterijų koncentracija ore matuojama nustatant jų kolonijų skaičių 1 m^3 oro mėginio (*colony forming units*, CFU/m^3). Bakterijų koncentracijų suskirstymas pagal lygius pateiktas 1.10 lentelėje.

1.10 lentelė. Bakterijų koncentracijos verčių gyvenamųjų ir visuomeninės paskirties patalpų ore pasiskirstymas pagal lygį [63].

Koncentracija	Koncentracijos vertė, CFU/m^3	
	Gyvenamosios patalpos	Visuomeninės paskirties pastatų patalpos
Labai žema	<100	<50
Žema	<500	<100
Vidutinė	<2500	<500
Aukšta	<10 000	<2 000
Labai aukšta	>10 000	>2 000

Iš 1.10 lentelėje pateiktų duomenų matyti, kad visuomeninės paskirties pastatų patalpų oras daug mažiau užterštas bakterijomis nei gyvenamųjų patalpų oras. Visuomeninės paskirties pastatų patalpos geriau vėdinamos, jų oro kokybė yra kontroliuojama, dauguma tokių patalpų eksploatuojama ne visą parą, tik darbo metu, todėl jų oras mažiau teršiamas.

R. A. Waddenas ir P. A. Scheffas pateikė duomenų apie žmogaus organizmo į aplinkos orą išskiriamas gyvybinės veiklos dujines medžiagas. Ištirta studentų, kurie klausėsi paskaitų ir laikė egzaminus, dujinių medžiagų emisija. Tyrimo duomenys pateikti 1.11 lentelėje.

1.11 lentelė. Cheminės medžiagos, kurios į aplinkos orą patenka dėl žmogaus gyvybinės veiklos [51]

Cheminė medžiaga	Vidutinė koncentracija studentų auditorijoje, ppm	Vieno žmogaus į aplinkos orą išskiriamos medžiagos kiekis, mg per parą	
		per paskaitą	per egzaminą
Acetonas	0,0206	50,7	86,6
Acetaldehidas	0,0042	6,2	8,6
Acto rūgštis	0,0099	19,9	26,1
Alilo alkoholis	0,0017	3,6	6,1
Amilo alkoholis	0,0076	21,9	20,5
Sviestinė rūgštis	0,0151	44,6	59,4
Dietilketonas	0,0057	20,8	11,0
Etilacetatas	0,0086	25,4	12,7
Etilo alkoholis	0,0228	44,7	109,0
Metilo alkoholis	0,0548	74,4	57,8
Fenolis	0,0046	9,5	8,7
Toluenas	0,0018	7,4	8,0

Pagal 1.11 lentelėje pateiktus duomenis žmogaus gyvybinė veikla yra susijusi su organinių cheminių medžiagų (ketonų, rūgščių, alkoholių, aromatinių angliavandenilių) dujų išsiskyrimu į aplinkos orą. Pažymėtina, kad daugumos studentų, laikančių egzaminus, dujinių teršalų emisija didėja 1,3–2,4 karto dėl protinės įtampos ir stresinės būsenos.

Žmogaus gyvybinė veikla taip pat yra susijusi su neorganinių cheminių medžiagų emisija. Žmogus per parą išskiria 4,84 g anglies viendeginio, 32,2 mg amoniako, 2,73 mg vandenilio sulfido. Cituojamų autorių nustatyta, kad kiekvienas studentas, klausydamas paskaitų, į auditorijos orą per valandą išskiria 2,1 mg acetono, 0,8 mg acto rūgšties, 1,9 mg sviesto rūgšties, 3,1 mg metilo alkoholio, 1,35 mg amoniako, taip pat etilo alkoholio, fenolio, tolueno ir kitų lakiųjų organinių medžiagų dujų. Anglies dvideginio per valandą iškvepiama per 25 litrus.

Pagal Europos normatyvinio dokumento, reglamentuojančio pastatų vėdinimą (Eur 1449 EN, 1992, *Guidlines for Ventilation Requirements in Buildings*), reikalavimus nustatant reikiamo tiekti į patalpas oro kiekį, atsižvelgiama į patalpos ploto normą, priklausančią vienam patalpos naudotojui, išorinės aplinkos ir patalpų vidaus oro kokybę. Vieno patalpoje esančio nerūkančio ir neatliekančio fizinio darbo suaugusio žmogaus įtaka patalpos oro kokybei įvertinama bedimensiu vienetu – olfu. Vienu olfu įvertinamas vieno žmogaus iškvepiamo anglies dvideginio kiekis – 19 l/h, išskiriamo vandens garų kiekis – 50 g/h, šilumos kiekis – apie 100 W, taip pat išskiriamos lakiosios organinės medžiagos – 0,1–0,3 $\mu g/s \cdot m^2$.

Rūkančių žmonių poveikis, priklausomai nuo rūkorių skaičiaus (nuo 10 % iki 100 % tarp patalpoje esančių žmonių), patalpų orui vertinamas 2–6 olfais. Vienas žmogus, dirbantis sunkų fizinį darbą, į aplinką per valandą iškvepia 50–170 *l* anglies dvideginio ir išskiria per valandą 200–750 g vandens garų. Todėl žmonių, dirbančių fizinį darbą, poveikis patalpų oro kokybei vertinamas 4–20 olfų, o vaikų – vidutiniškai 1,2–1,3 olfo.

Vidutinio ūgio ir kūno masės suaugusio sėdinčio žmogaus medžiagų apykaita įvertinama 1 metu, kuris yra lygus 58 W šiluminės energijos, išsiskiriančios iš 1 m^2 odos paviršiaus. Dirbančio lengvą fizinį darbą vieno žmogaus į aplinką išsiskirianti energija vertinama 3 metais, dirbant vidutinio sunkumo darbą – 6 metais, dirbant sunkų darbą – 10 metų. Atsižvelgus į išvardytus kriterijus, rekomenduojama į patalpas tiekti mažiausiai 1,5–2,2 $l/s \cdot m^2$ gryno lauko oro. Patalpų oro kokybės komforto sąlygoms pasiekti turi būti tiekiama 3,3–3,4 $l/s \cdot m^2$ oro [64].

Pagal PSO Europos biuro Sveiko būsto rekomendacijas patalpose, kuriose vienam žmogui tenka 25–30 m^3, turi būti užtikrinta bent vienkartinė oro apykaita per valandą. Atsižvelgiant į patalpų plotą, tenkantį vienam jų naudotojui, turi būti tiekiama nuo 4,0–6,0 iki 11,3–17,0 l/s gryno oro vienam žmogui [65].

Lietuvos Respublikos teisės aktai, reglamentuojantys statybos procesus, išnagrinėti P. Vainiūno mokomojoje knygoje „Statybos proceso teisinio ir techninio reglamentavimo pagrindai“ [66].

Gyvenamųjų pastatų patalpų vidaus aplinka labai priklauso nuo statybos produktų. Pagal Lietuvos Respublikos statybos įstatymą, statybos produktu vadinamas bet kuris produktas, numatomas ilgam laikui įkonstruoti, įmontuoti, įdėti ar instaliuoti į pastatą ar inžinerinį statinį.

Neigiamas statybos produktų poveikis pastatų vidaus aplinkai gali būti tiesioginis ir netiesioginis. Tiesioginis nepalankus statybos produktų poveikis yra susijęs su kenksmingųjų cheminių medžiagų, dulkių, plaušelių emisija į patalpų orą, kenksmingųjų cheminių medžiagų migracija į geriamąjį vandenį, padidintu savituoju gamtiniu radioaktyvumu, elektrostatinio lauko poveikiu, degumu, paviršiaus slidumu ir kt. Netiesioginį statybos produktų poveikį patalpų aplinkai lemia jų mažas šilumos laidumo koeficientas, nepakankama garso sugertis, didelis vandens įmirkis, nepakankamas statybos produktų paviršiaus atsparumas biologinei taršai ir jos kengsmingumą šalinančių medžiagų poveikiui.

Sveiką būsto aplinką reglamentuoja daugelis Lietuvos Respublikos teisės aktų – įstatymai, Vyriausybės nutarimai, statybos techniniai reglamentai, higienos normos ir kiti norminiai dokumentai. Pagal Lietuvos Respublikos statybos įstatymo reikalavimus statiniai (jų dalys) tūri būti suprojektuoti ir pastatyti iš statybos produktų, kurių savybės užtikrintų statinių mechaninį atsparumą ir pastovumą, pakankamą gaisrinę saugą, jų saugų naudojimą, apsaugą nuo triukšmo, energijos taupymą ir šilumos išsaugojimą. Statiniai taip pat turi atitikti higienos, žmonių sveikatos išsaugojimo bei aplinkos apsaugos reikalavimus. Statybos techniniame reglamente „Esminiai statinio reikalavimai. Higiena, sveikata aplinkos apsauga“ nustatyta, kad statinys, taip pat gyvenamasis namas, turi būti pastatytas ir naudojamas taip, „kad būtų nepažeistos statinyje ar prie jo esančių žmonių higienos sąlygos dėl: kenksmingų dujų išsiskyrimo, pavojingų kietųjų dalelių ar dujų atsiradimo ore, pavojingos spinduliuotės, vandens ar dirvožemio taršos, nuotekų, dūmų, kietųjų ar skystųjų atliekų netinkamo šalinimo, statinių konstrukcijų ar statinių vidaus drėgmės“ [67].

Pagal Lietuvos Respublikos visuomenės sveikatos priežiūros įstatymo reikalavimus saugi asmenų gyvenamoji aplinka užtikrinama ribojant kenksmingus fizikinius veiksnius, sudarant tinkamas higienos sąlygas gyvenamojoje teritorijoje ir pastatuose, tiekiant tinkamos kokybės geriamąjį vandenį ir kt. [68].

Statybos produktų atitiktį saugos sveikatai požiūriu reglamentuoja Lietuvos Respublikos produktų saugos įstatymas. Produktas yra saugus, jei jis atitinka nacionaliniuose teisės aktuose nustatytus produktų saugos reikalavimus, produkto saugą reglamentuojantį Europos Sąjungos teisės aktą, geros gamybos praktikos kodeksus, naujausius mokslo ir technikos laimėjimus ir kitus įstatyme nustatytus reikalavimus.

Duomenys apie atskiroms statybos produktų rūšims keliamus visuomenės sveikatos saugos reikalavimus pateikti 1.12 lentelėje.

1.12 lentelė. Statybos produktų visuomenės sveikatos saugos reikalavimai

Statybos produktas	Produkto visuomenės sveikatos saugos kriterijai	Teisės aktas	Pastabos
Mineraliniai užpildai (smėlis, žvyras, akmens skalda) ir rišikliai	^{137}Cs savitojo aktyvumo parametro vertė, savitasis radionuklidų aktyvumas	HN 85 [69]	Taikoma visoms mineralinėms žaliavoms
Termoizoliacinės medžiagos ir gaminiai (akmens, stiklo vata, putų polistireno plokštės ir kt.)	Lakiųjų komponentų (fenolio, formaldehido), plaušelių emisija	HN 35 [70], HN 105 [71]	HN 105 taikoma polimeriniams statybos produktams
Sluoksniuotosios ir klijuotosios medienos gaminiai	E1 klasės gaminiai: formaldehido kiekis turi neviršyti 8 mg/100 g visiškai sauso gaminio masės; formaldehido, išsiskiriančio iš gaminio, turi būti ne daugiau kaip 3,5 mg/m^{2}h; formaldehido emisija turi būti ne didesnė kaip 0,1 ppm	HN 105 [71]	E1 klasės reikalavimai taikomi gaminiams, skirtiems baldų gamybai ir patalpų vidaus apdailai. Formaldehido emisija tiriama kameriniu metodu
Grindų, sienų ir lubų dangos	Paviršiaus elektrinio lauko stipris turi neviršyti 15 kV/m. Ritininės sienų dangos išskiriamas formaldehido kiekis neturi viršyti 120 mg/kg. Vinilchlorido kiekis ritininėje sienų dangoje neturi viršyti 0,2 mg/kg. Sunkiųjų metalų (As, Ba, Cr, Hg, Cd, Se, Sb, Pb) ritininių sienų dangų dažų pigmentuose kiekis neturi viršyti nustatytų ribinių verčių, mg/kg	HN 105 [71]	Produktų saugos reikalavimus taip pat reglamentuoja LST EN 12149

1.12 lentelės pabaiga

Dažai, gruntai, lakai, glaistai	Lakiųjų cheminių medžiagų, išsiskiriančių į patalpų orą, koncentracijos neturi viršyti ribinių verčių. Į produktų sudėtį neturi įeiti draudžiami ir ribojami cheminiai junginiai	HN35 [70] HN 36 [72]	Papildomi produktų saugos reikalavimai nustatomi atsižvelgus į jų paskirtį
Antiseptikai, antipirenai	Į produktų sudėtį neturi įeiti draudžiami ir ribojami cheminiai junginiai	HN 36 [72]	Draudžiama produktų gamybai naudoti As, ribojamas Cr kiekis. Cr kiekis taip pat ribojamas cemente
Geriamojo vandens tiekimo vamzdžiai	Iš produktų į geriamąjį vandenį neturi išsiskirti kenksmingųjų cheminių medžiagų	HN 16 [73]	Plastikiniai vamzdžiai turi būti tiriami dėl cheminių medžiagų migracijos į skystąją terpę

Langai ir durys turi pasižymėti pakankamomis šiluminės varžos koeficiento ir garso izoliavimo parametro vertėmis. Jie turi turėti atitikties standarto nustatytas oro skverbties, vandens nepralaidumo bei atsparumo vėjo apkrovai klases. Langų konstrukcijoje turi būti numatyta galimybė saugiai ir patogiai juos varstyti, siekiant užtikrinti natūralų patalpų vėdinimą ir langų valymą. Stiklo paketai turi turėti pagal gaminių atitikties standartą nustatytą drėgmės skvarbos indeksą ir šiluminės varžos koeficientą.

Polimerinės grindų, sienų ir lubų dangos eksploatacijos metu neturi skleisti specifinio kvapo, grindų paviršius turi turėti pakankamą sukibties koeficientą, leidžiantį išvengti paslydimų, ribojamas gipskartonio gaminių vandens įmirkis. Nustatant kabamųjų lubų saugos kriterijus, vertinamas jų atsparumas drėgmės poveikiui, garso sugerties klasės ir akustinės aplinkos reikalavimų atitiktis.

Dažuose, gruntuose, lakuose, skirtuose gyvenamųjų namų, sveikatos priežiūros, vaikų ugdymo ir mokymo bei socialinės globos įstaigų patalpų vidaus apdailai, neturi būti sunkiųjų metalų, kitų nuodingųjų komponentų, taip pat ribojamas organinių tirpiklių kiekis. Dažų paviršius turi būti atsparus dezinfekuojančių preparatų poveikiui.

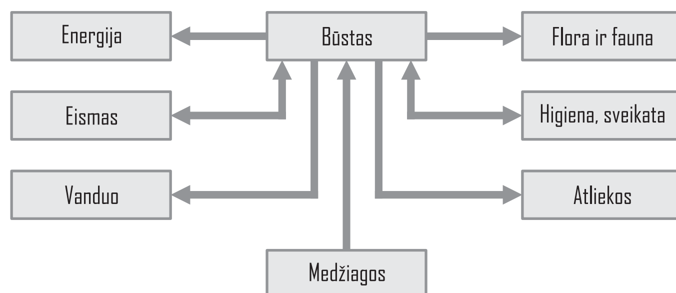
Pagal Lietuvoje priimtus teisės aktus, statant ir rekonstruojant pastatus, draudžiama stogo dangai, kitoms statinių konstrukcijoms, šilumos ir karšto vandens tiekimo vamzdžių izoliacijai naudoti statybos produktus, turinčius asbesto. Lietuvos mokslininkai vykdo paieškas, siekdami ekologiškų statybos produktų gamybai naudo-

ti natūraliąsias augalinės kilmės žaliavas arba nepavojingas mineralines chemines medžiagas. Atlikti tyrimai, pagal kuriuos beasbesčių termoizoliacinių konstrukcijų gamybai siūloma naudoti mineralinės vatos gamybos atliekas, kalcio hidrosilikatą bei boro rūgštį [74]. Termoizoliacinėms medžiagoms gaminti siūloma naudoti ežerų valymo produkto – sapropelio ir pjuvenų mišinį [75].

Pagal higienos reikalavimus **gyvenamųjų patalpų pakankama oro temperatūra** šaltuoju metų laikotarpiu turi būti ne mažesnė kaip +18 °C, gyvenamosios aplinkos šiluminio komforto temperatūros ribos žiemą +(20–24) °C, šiltaisiais metų mėnesiais +(23–25) °C. Gyvenamųjų patalpų oro temperatūros skirtumas 0,1 m ir 1,1 m nuo grindų paviršiaus turi būti ne didesnis kaip 3 °C. Gyvenamojo pastato išorinių sienų vidaus paviršiaus ir patalpų oro temperatūrų skirtumas turi būti ne didesnis kaip 2–3 °C. Optimali grindų paviršiaus temperatūra žiemą turi būti ne mažesnė kaip +19 °C. Komfortinė santykinė oro drėgmė – 40–60 %, optimalus oro judėjimo greitis, priklausantis nuo patalpų natūralaus arba priverstinio vėdinimo (oro kondicionavimo), šaltuoju metų laikotarpiu – 0,15 m/s, šiltaisiais metų mėnesiais – 0,25 m/s [76].

Pagal teisės aktą, reglamentuojantį gyvenamųjų patalpų akustinę aplinką, nustatyta, kad gyvenamųjų pastatų miegamuosiuose kambariuose dieną **ekvivalentinio garso lygis** turi būti ne didesnis kaip 45 dBA, vakare – ne didesnis kaip 40 dBA, nakties valandomis neturi viršyti 35 dBA. Teritorijose prie gyvenamųjų namų ekvivalentinis garso slėgis neturi būti didesnis kaip 55–65 dBA [77]. Nustatytos penkios akustinio komforto garso klasės – ypač gero akustinio komforto (A garso klasė), geresnio akustinio komforto (B garso klasė), priimtino akustinio komforto (C garso klasė), nepakankamo akustinio komforto (D garso klasė) ir ribinio akustinio komforto (E garso klasė). Atsižvelgus į akustinio komforto garso klases, parengti gyvenamųjų patalpų vidinių atitvarų ir gyvenamųjų pastatų atitvarų ore sklindančio garso izoliavimo klasifikatorius, gyvenamųjų pastatų perdangų smūgio garso izoliavimo ir bendrojo naudojimo patalpų aidėjimo trukmės klasifikatoriai.

Paskutiniame praėjusio amžiaus dešimtmetyje Europoje *subalansuotos plėtros* sąvoką pradėta taikyti kalbant apie žmonių apsirūpinimą tinkamos kokybės būstu. Subalansuoto būsto komponentų schema pateikta 1.6 pav.



1.6 pav. Ekspertinis subalansuoto būsto įvertinimas Europoje [78]

Kaip matyti iš 1.6 pav. pateiktos schemos, subalansuoto būsto komponentais laikomi ekologiški statybos produktai būstui statyti ir įrengti, būsto aprūpinimas elektros, šilumine energija, vandeniu. Būste turi būti įrengtos nuotekų ir buitinių atliekų šalinimo sistemos. Gyventojams turi būti užtikrinta galimybė naudotis susisiekimo priemonėmis ir netrukdomai siekti gamtos objektų. Visi išvardyti komponentai lemia galimybę turėti sveiką ir higienišką būstą. Atlikus Europos šalyse būsto pastatų ekspertinį vertinimą aplinkosaugos požiūriu, Lietuvos gyventojų būsto darna apibendrintai įvertinta 32 %, o Danijos – 52 %, Austrijos – 44 %, Švedijos – 43 %, Latvijos – 28 %, Airijos – 20 % [78].

Būstas, atitinkantis visus higienos, sveikatos ir šiuolaikiškus aplinkos apsaugos reikalavimus, gali būti laikomas ekologišku. Ekologiško būsto samprata apima optimalią gyvenamąją aplinką, kurią užtikrina natūraliųjų statybos produktų, apdailos medžiagų naudojimas, veiksmingas patalpų vėdinimas, optimalus natūralus ir dirbtinis apšvietimas, geros kokybės geriamojo vandens tiekimas.

Būsto ekologiškumą taip pat lemia atsinaujinančių energijos šaltinių naudojimas patalpoms šildyti ir karštam vandeniui ruošti, išvalytų buitinių nuotekų kartotinis naudojimas, atliekų rūšiavimas, organinių atliekų kompostavimas ir kt.

2. Pagrindinių ūkinės veiklos sričių įtaka aplinkos komponentų užterštumui

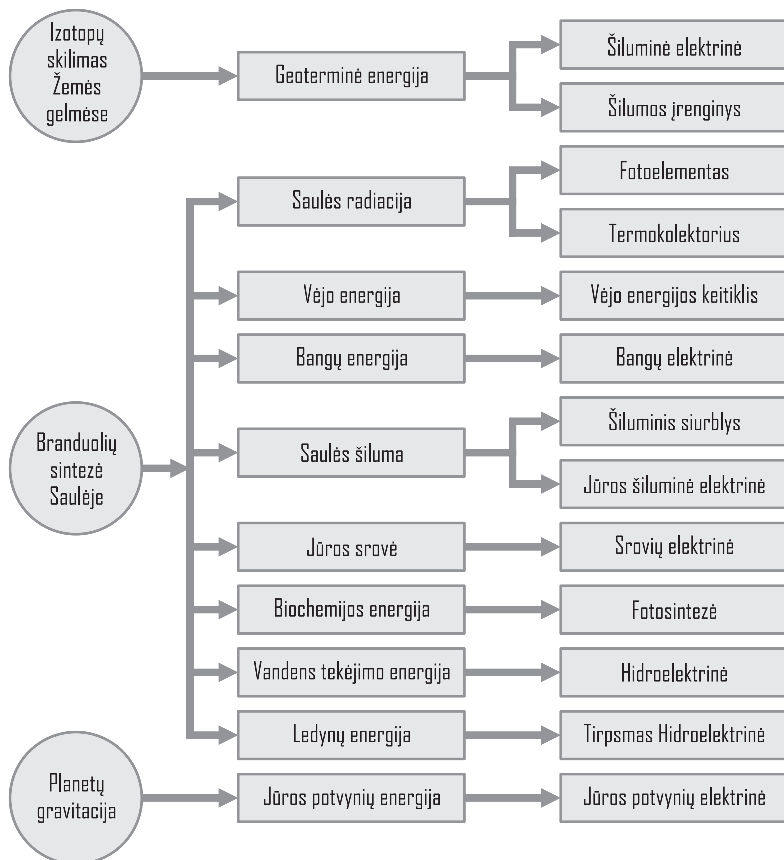
2.1. Energinių išteklių naudojimo poveikis aplinkai, gamtos išteklius tausojančios energijos gamybos technologijos

Sparčiai augant daugumos pasaulio šalių ekonomikai, nuolat plėtojant ūkinę veiklą, kuriant naujas ir tobulinant esamų infrastruktūrų sistemas, atitinkamai auga energijos poreikis. Energetikos pramonė yra viena pagrindinių išsivysčiusių šalių ūkinės veiklos sričių. Žemės gelmėse yra didžiuliai kiekiai neatsikuriančių energinių išteklių, kurie per pastaruosius šimtmečius vis daugiau eksploatuojami ir netolimoje istorinėje perspektyvoje gali atsidurti ant išsekimo ribos. Praėjusio amžiaus pabaigoje viso pasaulio eksploatuojamų akmens anglių išžvalgytos atsargos siekė per 600 mlrd. t, naftos verslovių pajėgumas – 72–98 mlrd. t, gamtinių dujų išžvalgytos atsargos sudarė 49–74 mlrd. t. Pasaulio šalyse per metus sudeginama 30 mln. t kuro. Manoma, kad jau dabartiniu metu išžvalgyta ir išgaunama apie 40 % Žemės gelmėse esančių naftos išteklių, daugiau nei ketvirtadalis gamtinių dujų, pusė branduolinio kuro – urano gamtos išteklių.

Pasaulio energijos ištekliai suskirstomi į tris pagrindines grupes – dalyvaujančius nuolatinėje energijos apytakoje, Žemės gelmėse tūnančius išteklius, dirbtinai suaktyvintus energijos išteklius. Pirmajai grupei priskiriami atsikuriantieji energijos ištekliai – Saulės, Kosmoso energija, gravitacinė energija (vandens, vėjo kinetinė energija), atmosferos elektros išlydžių energija, biologinės kilmės energija (medienos, energetinių dumblių, spalių, degiųjų atliekų, biodujų deginimo energija). Antrajai energijos šaltinių grupei priskiriami neatsikuriantieji energijos ištekliai – nafta, jos perdirbimo produktai (tarp jų – suskystintosios dujos, mazutas, krosnių alyvos, benzino, dyzelinis kuras), gamtinės dujos, anglys, skalūnai, durpės. Trečioji energijos šaltinių grupė – tai atominė (branduolio skilimo) arba valdomos terminės branduolinės sintezės reakcijos energija.

Gamtinės energijos šaltinių skleidžiamos energijos transformavimo galimybės pateiktos 2.1 pav. Iš jo matyti, kad geoterminė energija atsiranda Žemės gelmėse skylant izotopams, branduolinės reakcijos, vykstančios Saulėje, generuoja įvairias atsikuriančios energijos rūšis. Paveiksle taip pat pavaizduotas jūrų potvynio energijos šaltinis – planetų gravitacija.

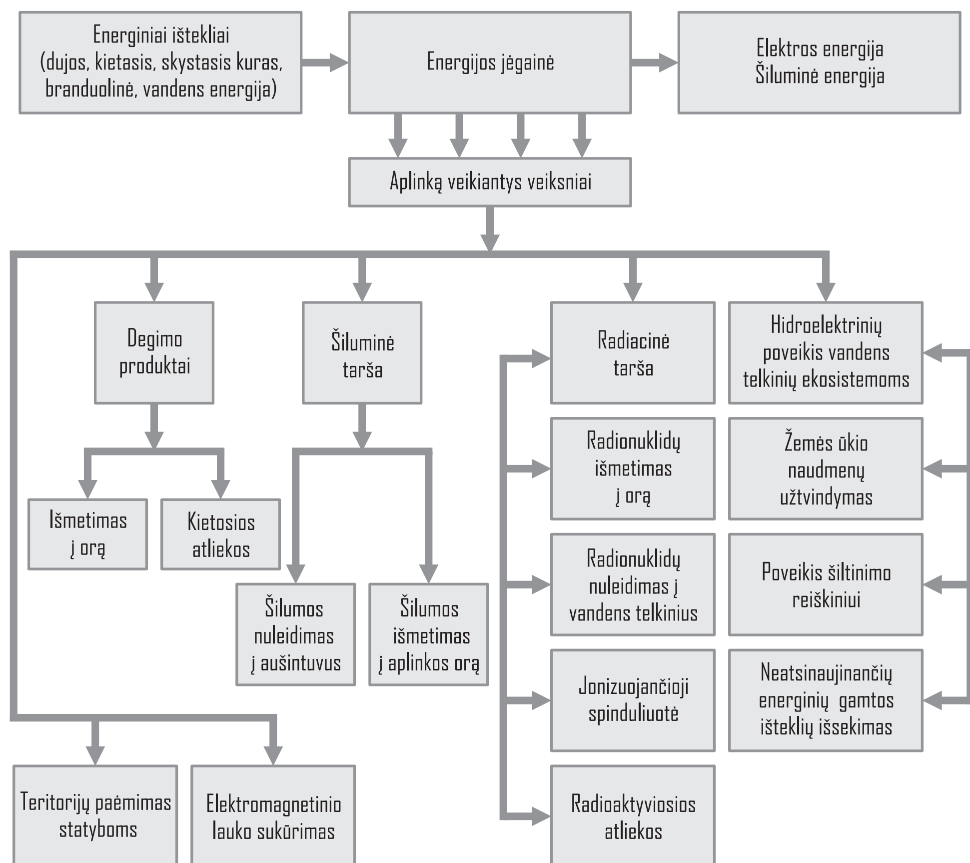
Skirtingų energijos rūšių gamybos įmonių poveikio aplinkai būdai pateikti 2.2 pav., iš kurio matyti, kad jėgainių eksploatacija yra susijusi su neatsikuriančių gamtos išteklių naudojimu, geosferų teršimu išmetamaisiais cheminiais teršalais,



2.1 pav. Energijos transportavimo galimybės [11]

pertekline šiluma, radioaktyviosiomis medžiagomis. Elektros energijos aukštosios įtampos orinės paskirstymo linijos skleidžia elektromagnetinę spinduliuotę. Kietąjį ir branduolinį kurą naudojančių jėgainių veikla yra susijusi su atliekų susidarymu. Statant ir eksploatuojant hidroelektrines, padaroma žala kraštovaizdžiui, kultūros paveldui, žemėnaudai, vandens telkinių ekosistemoms, jų augmenijai ir kitiems vandens organizmams. Energijos gamybos įmonės daro nepalankią įtaką žemėje vykstantiems globaliniams procesams – šiltnamio reiškiniui, biologinės įvairovės nykimui.

Ypač didelę nepataisomą žalą aplinkai ir žmonių sveikatai daro branduolinės avarijos. Po avarijos Černobylio atominėje elektrinėje 1986 m. radioaktyvieji krituliai užteršė daugiau kaip 2 tūkst. km^2 teritoriją. Radionuklidu ceziu (^{137}Cs) buvo užteršta Ukrainos, Baltarusijos ir Rusijos teritorija. Bendras užterštos teritorijos plotas viršijo 55 tūkst. km^2. Duomenys apie išvardytų šalių teritorijų radiacinę taršą pateikti 2.1 lentelėje.



2.2 pav. Energijos gamybos jėgainių poveikio aplinkai bendroji schema [101]

2.1 lentelė. Ukrainos, Baltarusijos ir Rusijos teritorijų užteršimo radionuklidais duomenys, km^2 [9]

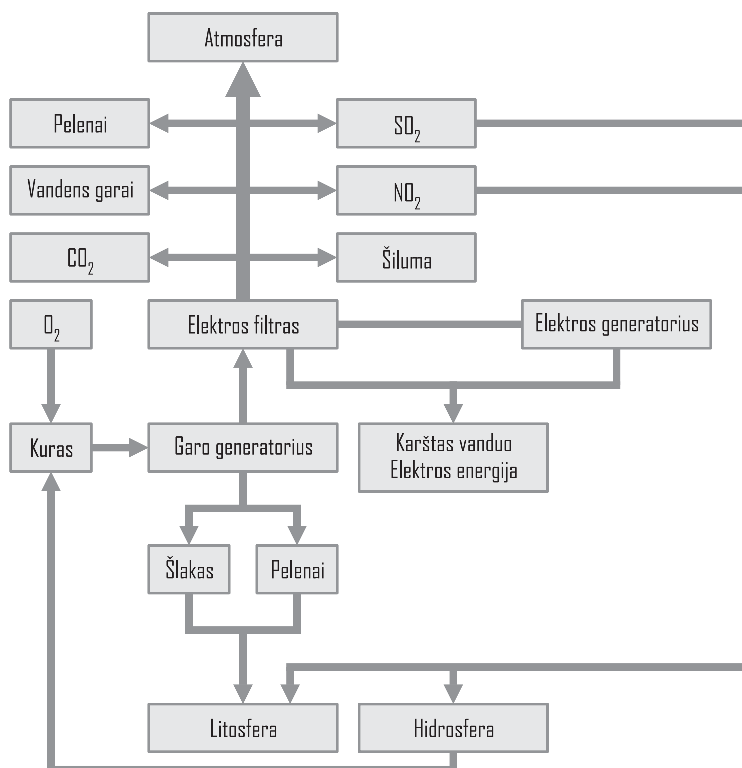
Šalis	Užterštumo tankis, Ki/km^2		
	5–15	15–40	>40
Baltarusija	10 160	4 210	2 150
Rusija	5 760	2 060	310
Ukraina	1 960	820	640

Kaip matyti iš 2.1 lentelėje pateiktų duomenų, po Černobylio branduolinės avarijos daugiausiai buvo užteršta Baltarusijos teritorija. Tūkstančiai kvadratinių kilometrų žemės ūkio naudmenų, miškų, vandens telkinių visiems laikams liko netinkami bet kuriai ūkinei veiklai.

XIX a. pagrindinė gamtos žaliava energijai gaminti buvo anglys, su kuriomis siejama išsivysčiusių šalių pramonės plėtotė. Europos ir Jungtinių Amerikos Valstijų pramonės rajonai, kuriuose plečiamos metalurgijos, kitos energinių išteklių imlios pramonės šakos, dėl išmetamų anglių dulkių, pelenų ir kitų oro teršalų buvo vadinamos „juodosiomis šalimis“ (Centrinės Anglijos pramonės rajonas, Ruro sritis Vokietijoje, Belgijos Šarlerua pramonės rajonas, Prancūzijos šiaurės rytų pramonės rajonai, Pitsburgo miestas Pensilvanijos valstijoje (JAV), Birmingemo miestas Alabamos valstijoje (JAV) ir kt.).

Energinių išteklių deginimo energija naudojama visose ekonominės veiklos srityse – elektros energijai, šilumai ir karštam vandeniui gaminti, apdorojamosios pramonės technologiniams procesams, komunalinėse įmonėse, nuolatiniam ir laikinajam būstui, transporto priemonėms, inžineriniams įrenginiams eksploatuoti ir kt. Apie energinių išteklių sąnaudas sprendžiama pagal energijos reikmes produkcijos vienetui pagaminti arba kitokiam energijos naudojimo siekiamo rezultato parametro vertei pasiekti.

Iš 2.3 pav. pateiktų duomenų matyti, kad, veikiant šiluminei jėgainei, į aplinką išmetami kuro degimo produktai (dujos, pelenai), perteklinė šiluma, susidaro kietųjų atliekų.



2.3 pav. Šiluminės jėgainės poveikio aplinkai schema [79]

Lietuvoje energinio kuro balansą sudaro gamtinės dujos, mazutas, privačių namų valdų patalpoms šildyti naudojamas kietasis ir skystasis kuras, dujos, elektros energija. 2003 m. šalyje pagaminta iš viso 19,5 TWh elektros energijos, iš to skaičiaus 79,5 % – Ignalinos AE, 15,4 % – šiluminėse elektrinėse, 5,1 % – hidroelektrinėse ir hidroakumuliacinėje elektrinėje [30].

Dar XX a. paskutiniame dešimtmetyje 50 % elektros energijos Anglijoje buvo gaminama deginant anglis, 28 % – naudojant branduolinį kurą, 11 % – deginant dujas, 9 % – skystąjį kurą, 1 % – eksploatuojant hidroelektrines. Tačiau išsivysčiusiose šalyse energijai gaminti vis daugiau naudojama naftos, dujų, atsisakant kietųjų kuro rūšių – anglių ir durpių. XX a. atradimu energetikoje laikoma branduolinė energija. Vien pasaulio vandenynuose ir jūrose urano ištekliai sudaro $4 \cdot 10^9$ t. Japonijoje dar 1977 m. išrastas urano gavybos iš jūrų vandens būdas. Senkant naftos išteklių telkiniams, branduolinio kuro ištekliai atrodo beribiai. Tačiau atominių elektrinių potencialus pavojingumas, galimų avarijų pasekmių mastas daugelį šalių verčia ieškoti kitų, aplinkai palankesnių energinių išteklių. XX a. pasikeitusio pasaulinio energinių išteklių balanso duomenys pateikti 2.2 lentelėje.

2.2 lentelė. Pasaulinės energinių išteklių gavybos XX a. duomenys [4]

Energinių išteklių rūšys	Iš viso 1901–2000 m.	Vienerių metų vidurkis	1901–1980 m.	Vienerių metų vidurkis	1980–2000 m.	Vienerių metų vidurkis
Anglys, mlrd. tonų	215	2,15	141	1,8	74	3,7
Nafta, mlrd. tonų	120,5	1,2	60,5	0,76	60	3,0
Gamtinės dujos, trilijonai m^3	60	0,6	27	0,34	30	1,5
Branduolinis kuras, tūkst. tonų	1 593	15,9	641	8,0	952	47,6

Kaip matyti iš 2.2 lentelėje pateiktų duomenų, per paskutinius XX a. dešimtmečius padidėjo visų pagrindinių energinių išteklių gavyba. Tačiau pasaulinė anglių vidutinė metinė gavyba padidėjo tik apie du kartus, o naftos kasmet buvo išgaunama 4 kartus, gamtinių dujų – 4,4 karto, branduolinio kuro – arti 6 kartų daugiau.

Energetikos pramonės įmonės daro esminį technogeninį poveikį aplinkai. Vien elektros gamybos įmonėms tenka apie trečdalį visų organizuotų teršalų, išmetamų į aplinkos orą iš stacionarių šaltinių. Rusijos Federacijos statistikos duomenimis, elektros energetikos pramonei tenka 27,7 % visų pramonės sektoriaus įmonių

išmetamųjų dujų ir kitų atmosferos teršalų. Vien šiluminės elektrinės į aplinkos orą išmeta 4,4–4,6 mln. t teršalų. Kiti energetikos įmonių poveikiai aplinkai yra susiję su gamtos išteklių – vandens, deguonies naudojimu, kraštovaizdžio pokyčiais, atliekų susidarymu šalinant pelenus, valant ir keičiant dulkių filtrus bei kitus išmetamųjų teršalų valymo įrenginius. Energetikos įmonėms tenka daugiau kaip 2/3 gėlojo vandens, kuris yra sunaudojamas technologiniams tikslams visuose ekonominės veiklos srityse [9]. Į anglių sudėtį įeinančioms degiosioms organinėms medžiagoms tenka 60–80 % šio kietojo kuro masės. Kitą anglių masės dalį sudaro nedegusis balastas – silicio dioksidas, geležis, sulfatai, karbonatai, aliuminatai, nikelis, chromas, gyvsidabris. Kietajam kurui degant, dauguma nedegiųjų komponentų sublimuojami ir išmetami į aplinkos orą.

Degimas vyksta normaliomis sąlygomis, kai yra pakankama degimo proceso trukmė, optimali degimo temperatūra, visiškai susimaišo deguonis ir kuras. Užsiliepsnojimo temperatūra – tai temperatūra, kuri turi būti pasiekiama arba viršijama dalyvaujant deguoniui, kad įvyktų užsiliepsnojimas. Kai užsiliepsnojimo temperatūra yra viršijama, oksidacijos metu išsiskiria daugiau šilumos, nei jos netenkama, todėl vyksta savaiminis degimas. Pliūpsnio temperatūra laikoma žemiausia degiosios medžiagos temperatūra, kai jos paviršiuje susidaro garai arba dujos, kurie pliūpteli esant uždegimo impulsui, bet jų susidarymo greitis per mažas, kad užsiliepsnotų.

Optimaliomis sąlygomis deginant naftą deginimo įrenginiuose susidaro 12–15 % CO_2 ir tik 0,024–0,03 % CO. Deginant organinį kurą kartu su anglimi sudeginami ir kiti degieji komponentai – siera ir azotas, kurie oksiduojasi į išvardytų elementų oksidus. Todėl į šiluminės energetikos įmonių išmetamųjų dujų sudėtį įeina oksidų (CO, CO_2, SO_2, SO_3, NO, NO_2) dujų, taip pat sublimuotų anglių balasto komponentų ir kitų ypač žalingų biosferai dujų. **Deginant kietąjį kurą,** anglis, aplinkos oras teršiamas kietosiomis dalelėmis. Anglių deginimo pelenuose yra radioaktyviųjų elementų – ^{14}C, ^{40}K, ^{238}U, ^{232}Th. Į aplinką išmetamų radionuklidų kiekis priklauso nuo anglių peleningumo, degimo proceso kokybės, oro valymo įrenginių efektyvumo [14]. Pagrindinės degimo reakcijos vyksta pagal (2.1)–(2.5) lygtis:



$$C + O_2 \rightarrow CO_2 + \text{šiluma}, \qquad (2.1)$$



$$2C + O_2 \rightarrow 2CO + \text{šiluma}, \qquad (2.2)$$



$$2CO + O_2 \rightarrow 2CO_2 + \text{šiluma}, \qquad (2.3)$$



$$2H_2 + O_2 \rightarrow 2H_2O + \text{šiluma}, \qquad (2.4)$$



$$S + O_2 \rightarrow SO_2 + \text{šiluma}. \qquad (2.5)$$

Šiluminės energetikos įmonių išmetamas anglies dioksidas daro įtaką šiltinimo reiškiniui. Aplinkos oras teršiamas transportuojamo, perkraunamo, atvirose aikštelėse arba aruoduose saugomo kietojo kuro dalelėmis. Išmetalų kiekis ir jų sudėtis priklauso nuo kietojo kuro rūšies, savybių, deginimo temperatūros, oksidacijos sąlygų, degimo produktų atšaldymo greičio.

Deginant antracitą stambiose katilinėse arba šiluminėse elektrinėse, į aplinkos orą gali būti išmetama: anglies oksido – 0,45 kg, sudeginus 1 toną kuro (kg/t), azoto oksidų – 4,5–8,2 kg/t, kietųjų dalelių – 7,3–9,1 kg/t. Deginant malkas, į aplinkos orą išmetama: kietųjų dalelių 2,7–6,8 kg/t, sieros dioksido – 0,7 kg/t, anglies oksido – 0,9–27,2 kg/t, angliavandenilių – 0,9–32 kg/t, azoto oksidų – 4,5 kg/t. Deginant kietąjį kurą – malkas ar anglis – būsto židiniuose, išmetamuosiuose į aplinkos orą teršaluose yra atitinkamai: kietųjų dalelių – 0,9–1,4 kg/t, anglies oksido – 544–408 kg/t, angliavandenilių – 2,3–9,1 kg/t, azoto oksidų – 0,45–1,4 kg/t. Anglies oksido ir angliavandenilių didelė emisija, eksploatuojant būsto židinius, yra susijusi su kuro deginimo sąlygomis – palyginti neaukšta degimo temperatūra, nepakankama oksidacija.

Aplinkos oro teršalai, deginant naftą ir mazutą, priklauso nuo sieros kiekio žalioje naftoje, taip pat nuo sočiųjų, nesočiųjų ir aromatinių angliavandenilių kiekio tarpusavio santykių. Neapvalytoje nuo sieros naftoje gali būti nuo 0,3 % iki 6,0 % sieros. Skirtingų naftos verslovių naftoje gali būti nuo 15 % iki 45 % sočiųjų angliavandenilių (metano, etano, pentano, propano, izobutano, heksano), 25–75 % nesočiųjų angliavandenilių (etileno, propileno, izobuteno, penteno ir kt.), 10–60 % aromatinių angliavandenilių (benzeno, tolueno, ksileno).

Deginant skystąjį kurą katilinėse į aplinkos orą gali išsiskirti: 0,1–5,0 kg/t aerozolio, 4,3–94,2 kg/t sieros dioksido, 0,06–1,2 kg/t sieros trioksido, 0,5 kg/t anglies monoksido, 0,1 kg/t angliavandenilių (pagal metaną), 1,8–10,5 kg/t azoto oksidų. Netinkamai eksploatuojant katilines, anglies oksido ir angliavandenilių emisija gali būti keliskart didesnė. Azoto oksidų emisija, deginant skystąjį kurą pramoninėse katilinėse, gali būti apskaičiuota pagal empirinę lygtį:

$$I = 2{,}2 + 40N, \quad (2.6)$$

čia: I – azoto oksidų išmetimasis kiekis, kg/m^3; N – azoto kiekis naftoje, % masės.

Kai azoto naftoje yra >0,5 %, I parametro vertė yra 12 kg/m^3. Nustatyta, kad daugiau kaip 95 % naftoje esančios sieros oksidinama iki sieros dioksido, 1–3% – iki sieros anhidrido, kuris, reaguodamas su vandens garais, virsta sieros rūgšties aerozoliu. 2.3 lentelėje pateikti išmetamųjų dujų kiekiai, susidarantys deginant įvairias kuro rūšis.

2.3 lentelė. Tarša gaminant energiją (g/MW galutinės energijos)

Kuras	Teršalas				
	SO_2	NOx	CO	CnHn	KD
Mazutas	500	180	360	54	9
Dujos	3,6	108	252	5	0
Rusvosios anglys	432	43	25 200	540	1 188
Akmens anglys	1 584	180	3 600	1 140	1 260

Iš 2.3 lentelėje pateiktų duomenų matyti, kad deginant mazutą ir kietąjį kurą, į aplinką išmetama sieros dvideginio dujų. Dulkėmis ir anglies viendeginiu aplinka teršiama daugiausiai deginant kietąjį kurą. Deginant gamtines dujas, į aplinkos orą išmetami azoto oksidai ir anglies viendeginis. Tačiau labiausiai teršia orą akmens anglys. Pagal 2.3 lentelėje patektus duomenis, pagaminus energijos vienetą, aplinka daugiausiai teršiama, kai energijai gaminti deginamos akmens anglys, o mažiausiai – kai deginamos gamtinės dujos.

Aplinkos apsaugos problemos, susijusios su šiluminės energijos gamyba, išsamiai išnagrinėtos P. Baltrėno ir kt. monografijoje „Atmosferos apsauga šiluminėje energetikoje“. Monografijos autorių pateiktais duomenimis, deginant medienos kurą į aplinkos orą išmetamos labai smulkios kietosios dalelės, kurių skersmuo mažesnis kaip 2,5 μm. Atlikus išmetamų kietųjų dalelių spektrometrinį tyrimą, jose rasta policikliciklinių aromatinių angliavandenilių, pasižyminčių kancerogeninėmis savybėmis – 0,07 mg/kg benz(a)ntraceno, 0,02 mg/kg benzpireno [80].

Pagal Aplinkos ministerijos nustatytus reikalavimus ribojami išmetamų teršalų kiekiai iš didelių kurą deginančių įrenginių. Išmetamosiose dujose ribojami SO_2, NOx, kietųjų dalelių koncentracijų dydžiai. Deginant kietąji arba skystąjį kurą, išmetamosiose dujose SO_2 koncentracija, atsižvelgiant į kurą deginančių įrenginių pajėgumą, neturi būti didesnė kaip 400–2000 mg/Nm^3. NOx koncentracijos vertė išmetamosiose dujose, deginant skirtingų rūšių kurą, turi neviršyti 350–650 mg/Nm^3. Išmetamo CO ribinės vertės nustatytos 300–700 mg/Nm^3. Deginant kietąjį kurą kietųjų dalelių koncentracija išmetamosiose dujos turi būti ne didesnė kaip 50–100 mg/Nm^3, deginant skystąjį kurą – ne didesnė kaip 50 mg/Nm^3, deginant dujinį kurą išmetamųjų kietųjų dalelių koncentracija neturi būti didesnė kaip 5–50 mg/Nm^3.

Siekiant apsirūpinti kuru iš alternatyviojo tiekimo šaltino praėjusio šimtmečio pabaigoje į Lietuvą pradėta importuoti naują skystojo kuro rūšį – **orimulsiją.** Dabartiniu metu orimulsija deginama Lietuvos elektrinėje, tačiau ateityje planuojama šį energijos šaltinį naudoti ir kitose stambiose energetikos įmonėse. Orimulsija – tai bitumo ir vandens kuras, gaunamas iš telkinių, esančių Orinoco upės baseine Ve-

nesueloje. Išžvalgytos bitumo atsargos sudaro apie 65 mlrd. tonų sąlyginio kuro. Bitumas yra išgaunamas įpurškiant garą į telkinius vandeningosios emulsijos arba žibalo suspensijos pavidalu. Atskyrus žibalą, bitumas yra sumaišomas su vandeniu ir emulgatoriumi, į mišinį pridedant magnezito (magnio oksido). Magnio oksido priedas mažina vandens skverbimąsi į bitumą ir neutralizuoja sieros trioksidą, susidarantį degant orimulsijai. Dėl to sumažėja katilų kaitinamo paviršiaus korozija. **Pagrindiniai orimulsijos komponentai** yra anglis, vanduo, joje taip pat yra vandenilio, deguonies, sieros, kietųjų dalelių, 370,0 mg/kg magnio, 33,0 mg/kg nikelio, 32,0 mg/kg cinko, 2,5 mg/kg benzeno, 8,5 mg/kg etilbenzeno, 5,4 mg/kg tolueno, 12,0 mg/kg ksileno [80]. Vanduo sudaro tik 0,2 % mazuto, anglies yra apie 1,5 karto daugiau, o mangano apie 50 kartų mažiau nei orimulsijos kure. Orimulsijoje yra daug daugiau vanadžio bei nikelio priemaišų, ją deginant susidaro daugiau pelenų. Orimulsijos energinė vertė apie 1,5 karto mažesnė nei mazuto, tačiau 12,5 % didesnė nei anglių kuro energinė vertė. Lyginamoji orimulsijos ir mazuto sudėtis pateikiama 2.4 lentelėje.

2.4 lentelė. Orimulsijos ir mazuto bei jų pelenų pagrindiniai komponentai [80]

Komponentas, matavimo vienetas	Orimulsija	Mazutas
Vanduo, %	29,4	3,0
Anglis, %	59,95	84,1
Vandenilis, %	7,15	9,8
Siera, %	2,7	2,5
Bendras peleningumas, %	0,3	0,2
Pelenų sudėtis		
Vanadis, ppm	320,0	200,0
Nikelis, ppm	70,0	50,0
Natris, ppm	30,0	50,0
Magnis, ppm	450,0	30,0

Orimulsijos klampumas mažesnis nei mazuto, jos negalima maišyti su kitais skysčiais, priemaišų neturi būti daugiau kaip 2 %. Orimulsija deginama skystojo kuro katiluose, atitinkamai pertvarkytuose šiam kurui deginti. Jos pliūpsnio temperatūra – 130 °C (mazuto 80–110 °C), sustingimo temperatūra – atitinkamai 0,0 °C ir 10–36 °C. Deginant orimulsiją sieros dioksido emisija siekia 12,4–13,6 t/GWh, azoto oksidų – 2,8–3,7 t/GWh, anglies dioksido – 850–935 t/GWh.

Sudeginus vieną orimulsijos kuro Nm^3 į aplinkos orą išmetama 250 mg kietųjų dalelių, 6 500–6 750 mg sieros dioksido, 370–440 mg azoto oksidų. Išmetamųjų pelenų tankis – 80–160 kg/m^3, 98 % dalelių mažesnės kaip 10 µm, 85 % dalelių mažesnės kaip 1µm, 30 % – mažesnės kaip 0,3 µm. Absoliuti dauguma kietųjų dalelių klasifikuojamos kaip alveolinė frakcija, t. y. jos giliai prasiskverbia į kvėpavimo takus. Pelenus sudaro 2 % anglies, 16 % sieros, 11 % vanadžio, 1 % geležies, 12 % magnio, 3 % natrio, tiek pat nikelio sulfato. Kitiems orimulsijos kuro deginimo pelenų komponentams tenka daugiau kaip 50 %, tarp jų – daugiau kaip 30 % vanadžio neorganinių junginių, daugiausiai – vanadžio sulfato. Pažymėtina, kad 70–80% nikelio ir vanadžio junginių yra tirpūs vandenyje.

Pagal suklasifikuotų cheminių medžiagų sąrašą nikelio sulfatas traktuojamas kaip 3-ios kategorijos kancerogenas, t. y. įtariama, kad ši cheminė medžiaga gali gyvūnams sukelti vėžį, yra kenksminga prarijus, gali sukelti alergiją per odą ir kvėpavimo takus, pavojinga aplinkai, labai toksiška vandens organizmams, gali sukelti ilgalaikių nepalankių ekosistemų pakitimų. Orimulsijos deginimo kietosios atliekos klasifikuojamos kaip pavojingos ir turi būti šalinamos laikantis griežtų aplinkos apsaugos ir visuomenės sveikatos saugos reikalavimų

Deginant orimulsiją analogiškam pagamintos šiluminės energijos kiekiui, palyginti su mazutu, į aplinką išmetama 1,4 karto daugiau sieros dioksido, 1,4 karto mažiau azoto oksidų, tiek pat anglies oksido, 3,7 karto daugiau kietųjų dalelių, 4,4 karto daugiau vanadžio pentoksido deginių. Orimulsijos naudojimo šalininkai šio kuro privalumais laiko jos santykinį pigumą, galimybę veiksmingai valyti išmetamą orą nuo aplinkai ir žmonių sveikatai pavojingų teršalų. Teigiama, kad elektrostatiniuose filtruose sulaikytus nikelio ir vanadžio junginius galima naudoti kaip vertingas antrines žaliavas. Taip pat teigiama, kad orimulsijos magnio oksido priedas stabdo sieros anhidrido išsiskyrimą, dėl to mažėja aplinkos oro užterštumas sieros rūgštimi ir atitinkamai mažėja rūgščiųjų kritulių. Tačiau orimulsijos kuras turi ir akivaizdžių trūkumų, tarp kurių pagrindiniai – mažesnė nei naftos energinė vertė, didesnis nepalankus poveikis aplinkai, papildomų investicijų reikmė aplinkos apsaugos įrenginiams.

Pasitaiko atvejų, kai į Lietuvą mažosioms katilinėms kūrenti įvežamos pigios, bet kenksmingos žmonių sveikatai ir pavojingos aplinkai kuro rūšys (krosnių kuras, skalūnų alyva, naftos perdirbimo atliekos ir kt.). Toks kuras daugiausiai deginamas mažose daugiabučių namų katilinėse. Nevalyti kuro deginimo teršalai į aplinkos orą išmetami per neaukštus kaminus, todėl teršia šalia katilinių esančias teritorijas. Gyventojai skundžiasi nemaloniais kvapais, gyvenamosios aplinkos diskomfortu.

D. Sitnikovas ir G. Denafas išnagrinėjo Marijampolės miesto skirtingų šilumos gamintojų ir vartotojų grupių įtaką atmosferos taršai. Autorių mokslinio tyrimo duomenys pateikti 2.5 lentelėje.

2.5 lentelė. Šilumos gamintojų ir vartotojų įtakos aplinkos oro taršai duomenys, % [81]

Teršalas	Šilumos gamintojų ir vartotojų grupės					
	centralizuotas šilumos tiekimas		individualios namų valdos		pramonės įmonės	
	2000 m.	2001 m.	2000 m.	2001 m.	2000 m.	2001 m.
Kietosios dalelės	3,3	76,9	16,0	5,0	80,7	18,1
Sieros dioksidas	9,9	90,5	0,0	0,0	90,1	9,5
Anglies monoksidas	18,7	20,6	19,2	24,1	62,0	55,4
Azoto oksidai	94,1	94,9	0,3	0,4	5,6	4,8
Vanadžio pentoksidas	9,7	90,5	0,0	0,0	90,3	9,5

Marijampolės vartotojams 2000 m. centralizuotai tiekiant šilumą, šilumos jėgainėje buvo deginamos gamtinės dujos. 2001 m. miesto šiluminėje elektrinėje ekologiškai švarus kuras buvo pakeistas mazutu. Pramonės įmonėms, atsijungusioms nuo centralizuoto šilumos tiekimo, 2000 m. teko 80,7 % išmestų į aplinką kietųjų dalelių, 90,1 % sieros dioksido. Tais pačiais metais iš individualių namų valdų kaminų į atmosferą pateko 16,0 % visų iš šilumos gamybos įrenginių išmetamų teršalų ir 19,2 % anglies monoksido. O miesto centralizuotos energijos gamybos jėgainėje deginant mazuto kurą, jai atiteko didžiausia oro teršalų dalis. Autorių teigimu, centralizuotas šiluminės energijos tiekimas miestuose turi tų privalumų, kad lengviau įvertinti ir kontroliuoti į aplinkos orą išmetamus teršalus, mažėja teršalų išmetimo vietų. Pažymėtina, kad tokiu atveju sukuriamos geresnės teršalų išmetimo sąlygos, taip pat tinkamesnis užteršto išmetamo oro valymas [81].

Pastaruoju metu vis daugiau dėmesio skiriama atsikuriantiems energijos šaltiniams, tokiems kaip geoterminės, Saulės, vandens tėkmės, vėjo energijos jėgainės ir kt. Saulės spinduliuotės energijos potencialas vertinamas $72 \cdot 10^3$ mlrd. t sąlyginio kuro per metus, geoterminės energijos – 1,9 mlrd. t, vėjo energijos – 56 mlrd. t sąlyginio kuro per metus.

Pagal Europos Komisijos direktyvą 2001/77/EC ES šalys skatinamos iki 22 % energijos gaminti iš **atsinaujinančių energijos šaltinių.** Vykdydamos Baltosios knygos užduotis, ES šalys turi iš atsikuriančių energijos šaltinių gaminti 12 % energijos, (elektros energijos – 22,1 %) (2.6 lentelė).

Lietuvoje 2002 m. iš atsinaujinančių energijos šaltinių buvo pagaminta 9 % energijos. Pagal Lietuvos nacionalinės energetikos strategijos gaires 2010 m. iš atsinaujinančių energijos išteklių turi būti pagaminta ne mažiau kaip 12 % energijos.

2.6 lentelė. Europos Sąjungos Baltosios knygos užduotys dėl atsinaujinančios energijos šaltinių naudojimo iki 2010 m. [82]

Atsinaujinančios energijos šaltinis (AEŠ)	AEŠ matavimo parametrai	Parametrų vertės		
		1995 m.	2000 m.	užduotys 2010 m.
Biomasė	Mtne	44,8	53,5	135
Vėjo energija	GW	2,5	12,8	40
Hidroenergia	GW	92	98	105
Saulės kolektoriai	Mm^2	6,5	10,2	100
Geoterminė energija	Mtne	2,5	3,4	5,2

Geoterminės energijos šaltiniai – cheminiai procesai, radioaktyviųjų medžiagų reakcijos Žemės žievės gelmėse, kur temperatūra yra didesnė kaip 100 °C. Tokioje gilumoje cirkuliuojantys vandenys gali būti iškelti į Žemės paviršių, išgręžus geoterminio vandens gręžinį. Pasaulyje jau yra veikiančių geoterminių jėgainių, kurios tiekia gyventojams elektros energiją, šilumą, karštą vandenį, aprūpina šilumine energija šiltnamius. Geoterminė energija nesukelia jokio pavojaus aplinkai, jos gamybos savikaina 2–2,5 karto mažesnė nei katilinių gaminama šiluminė energija. Kai vandens ir garo mišinio temperatūra siekia 200 °C, yra galimybių statyti 250–500 MW elektrines.

Šilumai tiekti ir vartojamam vandeniui šildyti pietiniuose kraštuose veiksmingai naudojama **Saulės energija.** Šilumos generatoriai ekonomiškai naudingi, kai Saulės radiacijos trukmė siekia 2 200–3 000 valandų per metus. Saulės energija taip pat gali būti naudojama elektros energijai gaminti. Tačiau investicijos Saulės radiacijos elektrinei jėgainei pastatyti būtų 10 kartų didesnės nei tokio pat našumo šiluminei elektrinei pastatyti. JAV specialistų skaičiavimų duomenimis, statant 5–100 MW pajėgumo Saulės jėgainę, investicijos sudarytų 1 000–1 500 JAV dolerių 1 kWh energijai pagaminti. Saulės energijos naudojimo elektros energijai gaminti perspektyvos siejamos su technine galimybe ją utilizuoti. Planuojama šiam tikslui naudoti puslaidininkius ir integralines schemas. Tačiau daugelyje šalių Saulės energija sėkmingai naudojama individualių ir daugiabučių namų energinėms reikmėms tenkinti.

Danijoje, Olandijoje, Švedijoje, Škotijoje, Vokietijoje, Ispanijoje ir kitose šalyse plačiai paplito **vėjo jėgainių** statyba ir jų eksploatacija, jos yra laikomos vienos ekologiškiausių atsinaujinančios energijos šaltinių [83]. Vien Vokietijoje instaliuotos 12 tūkst. MW bendros galios vėjo jėgainės. Rusijos Federacijos mokslininkų duomenimis, pastačius pakankamai vėjo jėgainių Juodosios, Azovo jūrų, Volgos upės, Šiaurės šalies pakrantėse ir išnaudojus visą vėjo energijos potencialą (apie 18 trilijonų kWh), atsirastų galimybės visiškai patenkinti šalies elektros energijos poreikius.

Dabartiniu metu viena didžiausių vėjo jėgainių veikia Švedijoje, jos pajėgumas – 2 MW. Tačiau nagrinėjamos techninės galimybės statyti 100 m aukščio vėjo jėgainių bokštus, siekiant jų 15 mlrd. kWh metinio pajėgumo. Danijoje ir JAV bandomos 60 m ilgio vėjo jėgainių mentės.

Vėjo jėgainės turi gerų perspektyvų būti naudojamos melioracijai, vandeniui tiekti, ir aeruoti, akumuliatoriams įkrauti, taip pat visais atvejais, kai leidžiami energijos tiekimo pertrūkiai. JAV energetikai svarsto galimybę šalyje pastatyti tiek vėjo jėgainių, kad galima būtų atsisakyti įrenginėti požemines importuojamos naftos atsargų saugyklas.

Lietuvoje vėjo jėgainių statybos dar neįgavo didesnio masto dėl ginčų, susijusių su jų skleidžiamo triukšmo galimu poveikiu gretimų teritorijų savininkams ir naudotojams. Vėjo jėgainės sukeliamas triukšmas skirstomas į mechaninį ir aerodinaminį. Pagrindinis triukšmo šaltinis – pavarų dėžė, taip pat triukšmas, skleidžiamas generatoriaus ir guolių. Triukšmo intensyvumas priklauso nuo jėgainės tipo, galios, vėjomačio menčių, vėjo srauto. Remiantis Lietuvos Respublikos aplinkos ministro patvirtintų Planuojamos ūkinės veiklos (vėjų jėgainių įrengimo) poveikio aplinkai vertinimo rekomendacijų teiginiais, planuojant ūkinę veiklą, tarp kitų aplinkosaugos aspektų turi būti įvertinti planuojamų statinių poveikis kraštovaizdžiui, skleidžiamo garso slėgio lygis, vizualinis poveikis, sukeliamas vėjo jėgainės menčių rotacijos, susijusios su jų mirgėjimu ir spindėjimu.

Energijai gaminti gali būti naudojama jūrų **potvynių ir atoslūgių energija,** kurios potencialas vertinamas 3,6 mlrd. t sąlyginio kuro per metus. Šiam atsinaujinančios energijos šaltiniui naudoti statoma užtvanka, įrengiama potvynio elektros jėgainės vandens talpykla. Kai yra pakankamas potvynio bangos aukštis, vanduo ima sukti hidroturbinas, kurios sužadina elektros srovės generatorių veiklą. Jūrų potvynio elektros jėgainė gali gaminti elektros energiją 4 kartus per parą po 4–5 val. Tokios elektros jėgainės agregatai turi veikti dviem režimais – elektros energijos gamybos ir vandens perpumpavimo. Prancūzijoje, Lamanšo pakrantėje, veikia 240 MW instaliuotos galios jūrų potvynių ir atoslūgių elektros jėgainė. Jėgainės gaminama elektros energija naudojama jos trūkumui kompensuoti piko valandomis. Energijos akumuliacijos principu veikia Lietuvos Kruonio hidroelektrinė.

Svarstomi elektros energijos gamybos projektai naudoti vandenynų ir jūrų **šiltųjų srovių energiją,** siekiant aprūpinti ja žvejybos ir kitus laivus, taip pat tiekti elektros energiją darbams, susijusiems su gavyba jūrų dugne. Ekologiškai švari elektros energija gaminama **hidroelektrinėse,** tačiau jų statyba gali padaryti nepataisomą žalą kraštovaizdžiui, kultūros paveldui, užtvindomų teritorijų gyventojų gyvenimo sąlygoms ir ūkinei veiklai.

Išnagrinėtos perspektyvos šiluminei energijai gaminti naudoti **biodujas.** Šiam tikslui tinka dideli, baigti eksploatuoti arba ne mažiau kaip aštuonerius metus eksploatuojami sąvartynai, gyvūninės ir augalinės kilmės organinių atliekų kompos-

tavimo įrenginiai. Yrant 1 tonai organinių buitinių atliekų, per metus gali išsiskirti 120–180 m^3 biodujų. Organines atliekas kompostuojant dviejų stadijų (aerobinės ir anaerobinės) metodu, iš 1 m^3 biomasės gali išsiskirti 5–10 m^3 biodujų [84]. D. Štremikienė, įvertinusi atsinaujinančių energijos šaltinių plėtros ekonomines pasekmes, padarė išvadą, kad mažiausios išorinės energijos gamybos sąnaudos yra susijusios su vėjo ir biodujų jėgainių statyba bei eksploatacija [85].

2.2. Transporto cheminės ir fizikinės taršos poveikis aplinkai bei jos mažinimo perspektyvos

Transporto ūkinės veiklos sektoriui tenka lemiamas vaidmuo vystant šalių ekonomiką, plėtojant prekybos santykius tarp šalių, užtikrinant laisvą prekių ir žmonių judėjimą. Kitą vertus, transporto ūkinės veiklos sektorius daro vis didesnį nepalankų poveikį aplinkai. Transporto sukeliamų aplinkos apsaugos ir visuomenės sveikatos išsaugojimo problemų sprendimas yra viena svarbiausių šalių darnaus vystymosi krypčių.

Transporto priemonės suskirstomos pagal judėjimo erdvę, varomąją jėgą (deginamo kuro, naudojamos energijos rūšį), naudojimo sritį. Transporto infrastruktūra apima keleivių terminalus, logistikos objektus, autobusų, troleibusų parkus, aerodromus, transporto priemonių remonto ir techninės priežiūros įmones, transporto priemonių kuro tiekimo, saugojimo, paskirstymo objektus, susisiekimo komunikacijas.

Transporto priemonių ir infrastruktūros objektų ypatumai poveikio aplinkai aspektu yra susiję su spartaus transporto priemonių daugėjimu, vis dažniau susidarančiais autotransporto eismo nepertraukiamais srautais, įgaunančiais linijinių taršos šaltinių pobūdį. Automobilių transportas daro lemiamą poveikį urbanizuotų teritorijų aplinkos oro cheminiam užterštumui ir triukšmo lygiui. Automobilių naudojimo ir saugojimo priartėjimas prie žmonių būsto daro tiesioginį poveikį jų gyvenamajai aplinkai. Dėl automobiliams eksploatuoti naudojamų medžiagų ir pačių automobilių riboto gyvavimo ciklo autotransportas yra esminis atliekų, tarp jų – pavojingųjų, šaltinis. Į transporto organinio kuro deginius įeina šiltnamio dujos, darančios įtaką klimato kaitai. Tiesioginis transporto priemonių poveikis visuomenės sveikatai yra susijęs su eismo įvykiais keliuose, orlaivių, jūrų transporto katastrofomis ir profesine rizika, kylančia personalo darbuotojams.

Atlikus Centrinės Europos šalių aplinkos pagrindinių oro teršalų išmetimo šaltinių analizę, nustatyta, kad transporto sektoriui tenka 7,9 % anglies dvideginio, 37 % azoto dioksido, 46 % nemetaninių organinių lakiųjų junginių [86].

Transporto priemonių ir infrastruktūros objektų veiksnių neigiamo poveikio visuomenės sveikatai problemos įvardytos **Europos chartijoje „Transportas, aplinka ir sveikata“.** Dokumente teigiama, kad:

- visose Europos Sąjungos šalyse su transportu susijusiems nelaimingiems atsitikimams tenka didelė dalis mirčių ir sunkių traumų;
- automobilių transportas yra **pagrindinis aplinkos oro teršalų, veikiančių žmonių sveikatą, šaltinis.** Ilgalaikis aplinkos teršalų poveikis yra susijęs su kvėpavimo takų, kraujotakos ligų paplitimu, įskaitant vaikus, ir gali būti vidutinės gyvenimo trukmės mažėjimo priežastis;
- daugelį Europos šalių gyventojų veikia **transporto eismo triukšmas,** keliantis ne tik žmonių sudirginimo ir miego sutrikimo, bet ir žmonių tarpusavio bendravimo ir net vaikų mokymosi problemų. Nustatytas neabejotinas ryšys tarp intensyvaus triukšmo ir hipertoninės ligos bei išeminės širdies kraujagyslių ligos didesnio paplitimo triukšmo eksponuojamose žmonių grupėse;
- **fiziškai aktyvios judėjimo priemonės,** tokios kaip dviračiai ir pasivaikščiojimai, **daro teigiamą įtaką žmonių sveikatai,** tačiau teritorijų planavimo projektuose joms neskiriama deramo dėmesio;
- intensyvus kelių transporto eismas **sukuria bendruomenių atskirtį,** mažina vaikų galimybes savarankiškai bendrauti, blogina gyvenimo kokybę, taip pat yra susijęs su vietinės socialinės paramos mažėjimu, su vyresnio amžiaus žmonių mirtingumo didėjimu ir kitomis nepalankiomis pasekmėmis žmonių sveikatai.

Pabrėžiama, kad nepalankų transporto poveikį sveikatai daugiausia patiria tam tikros grupės – neįgalieji, kurtieji, netekę regėjimo, socialiai pažeidžiami žmonės, vaikai, taip pat asmenys, dirbantys ar gyvenantys transporto eismo teršiamose vietovėse.

Transporto priemonių Lietuvoje per laikotarpį nuo 1965 m. iki 1998 m. padaugėjo 18,7 karto. 1991 m. Lietuvoje buvo apie 534 tūkst. lengvųjų automobilių. Per praėjusio amžiaus paskutinį dešimtmetį jų padaugėjo 1,8 karto. Šio amžiaus pradžioje visų rūšių automobilių buvo daugiau nei 1,3 milijono. Pagal Jungtinių Tautų Europos ekonomikos komiteto (JT EEK) standarto reikalavimus visos Lietuvoje įregistruotos autotransporto priemonės suskirstytos į penkias kategorijas. Pagal JT EEK klasifikaciją 85,8 % Lietuvoje įregistruotų automobilių priskiriami keleivinio transporto priemonių kategorijai, 6,8 % transporto priemonių – lengvieji krovininiai automobiliai, 4,2% – krovininiai automobiliai, 1,3 % – autobusai, 1,9 % – dviračiai [87]. Pagal 2.7 lentelėje pateiktus duomenis daugiau kaip pusė visų Lietuvoje eksploatuojamų autotransporto priemonių – senesnės kaip 10 metų (lengvųjų automobilių – 85 %).

Lietuvoje mobiliesiems taršos šaltiniams tenka 75 % visų į aplinkos orą išmetamų teršalų. Emisijoms iš transporto priemonių ir infrastruktūros įmonių tenka: pagal azoto oksidus – daugiau kaip 50 % visų technogeninės kilmės išmetamų teršalų, pagal anglies oksidą – apie 50 %, pagal nemetaninius lakiuosius organinius junginius – apie 40 %, pagal kietąsias daleles – daugiau kaip 15 %, pagal amoniaką – apie 5 %. Kelių transporto priemonėms tenka 97 % visų transporto sektoriaus taršos šaltinių į aplinkos orą išmetamų teršalų.

2.7 lentelė. Kelių transporto priemonių pasiskirstymas pagal amžių, %

Transporto priemonė	Transporto priemonės amžius, metai			
	< 2	2 < ... < 5	5 < ... < 10	> 10
Lengvieji automobiliai	1	1	13	85
Autobusai	3	3	26	68
Krovininiai automobiliai	2	2	25	71
Kitos	7	6	36	51

Angliavandenilių degimo reakcija automobilių vidaus degimo varikliuose oktano degimo pavyzdžiu vyksta pagal (2.7) lygtį:



$$2C_8H_{18} + 25O_2 \rightarrow 16CO_2 + 18H_2O + \text{šiluma}. \quad (2.7)$$

Duomenys apie išmetamųjų dujų sudėtį transporto priemonių vidaus degimo varikliuose, deginant benziną ir dyzelino kurą, pateikti 2.8 lentelėje.

2.8 lentelė. Pagrindinės cheminės medžiagos vidaus degimo variklių išmetamosiose dujose, % tūrio [88]

Cheminis elementas, junginys	Kuras	
	Benzinas	Dyzelinas
Azotas	74–77	76–78
Deguonis	0,2–0,8	2–18
Vandens garai	3–13,5	0,5–10,0
Anglies dioksidas	5–12	1–12
Angliavandeniliai	0,2–3	0,01–0,5
Azoto oksidai	0,1–10	0,01–0,3
Aldehidai	0–0,2	0–0,05
Sieros dioksidas	0–0,003	0–0,015
Suodžiai, μg/m^3	0–100	0–2 000
Benzpirenas, μg/m^3	0–25	0–10
Švinas, μg/m^3	0–60	0

Kaip išeina iš 2.8 lentelėje pateiktų duomenų, pagrindinis išmetamųjų dujų komponentas transporto priemonėse, naudojančiose tiek benzino, tiek dyzelino kurą, yra azotas, kuriam tenka 74–78 % išmetamųjų dujų tūrio. Deginant benziną, išmetamosiose dujose gali būti 5–12 % anglies dioksido, 0,1–10 % azoto oksidų, 0,2–3 % angliavandenilių.

Automobiliams deginant benzino kurą, į aplinkos orą išsiskiria du kartus daugiau anglies monoksido, azoto oksidų, aldehidų, pusantro karto daugiau sočiųjų ir aromatinių angliavandenilių, nei deginant dyzeliną. Naudojant benziną, kuriame yra švino junginių priedų, į aplinką išmetamose dujose gali būti šio sunkiojo metalo. Tačiau automobiliams deginant dyzeliną, aplinkos oras daugiau teršiamas sieros dioksidu ir suodžiais (2.9 lentelė). Vėžį sukeliančios medžiagos benzpireno koncentracija benzino išmetamuosiuose deginiuose gali siekti 25 $\mu g/m^3$, o dyzelino deginimo dujose – tiktai 10 $\mu g/m^3$.

2.9 lentelė. Automobilių išmetamosios dujos, sudeginus 1 toną skystojo kuro

Teršalas	Išmetamųjų medžiagų kiekis, kg	
	benzinas	dyzelinas
Anglies oksidas	600	300
Azoto oksidai	30	15
Angliavandeniliai	75	45
Aldehidai	15	7
Sieros dioksidas	1,5	15
Švinas	0,3	0
Suodžiai	0,45	9

Su išmetamosiomis dujomis **į atmosferą iš viso išmetama apie 200 cheminių medžiagų.** Jos į orą patenka iš trijų šaltinių: išmetamojo automobilio vamzdžio – 65 % visų teršalų, variklio karterio – 20%, angliavandeniliams garuojant iš karbiuratoriaus – 9 % ir degalų talpyklos – 6 %. Aplinkos oras taip pat teršiamas kietosiomis dalelėmis, susidarančiomis dylant automobilių padangoms, asbesto plaušeliais, kurie pasklinda aplinkoje dylant stabdžio kaladėlėms ir sankabos frikcinei medžiagai. Dauguma išmetamųjų teršalų yra kenksmingi žmonių sveikatai.

Pradedant nuo praėjusio amžiaus trečiojo dešimtmečio benzino oktaniniam skaičiui padidinti jo kokybę pradėta gerinti pridedant švino organinį junginį – tetraetilšviną ($Pb(C_2H5)_4$). Į 1 *l* benzino buvo pridedama 0,6–0,9 g šios labai toksiškos medžiagos. Sudegant 1 *l* kuro, į aplinką išmetama 200–500 mg švino, pasižyminčio toksišku poveikiu negimusiam kūdikiui.

Naudojant automobilių kurui švininį benziną, judriose magistralėse į aplinkos orą kas valandą išmetama 30–40 g švino 1 kelio kilometrui. Švino aerozolio dalelės ore išlieka 1–4 savaitės. Intensyvaus eismo magistralių pakelių 1 kg žolės sausoje masėje aptinkama 35–50 mg švino. Japonijos mokslininkai nustatė, kad automagistralių pakelių dirvožemyje švino kiekis vidutiniškai sudarė 19 mg/kg, 20 m atstumu – 2 mg/kg, tačiau atskirose vietose arti važiuojamosios dalies švino kiekis siekė 109 mg/kg [14].

Jungtinėse Amerikos Valstijose švino naudojimą benzino kokybei gerinti pradėta riboti 1974 m. Pradedant nuo 1986 m. jo ribinis kiekis benzine neturėjo viršyti 0,006 g/*l*. Dabartiniu metu daugelyje šalių, tarp jų ir Lietuvoje, švininį benziną naudoti draudžiama.

Dėl intensyvaus autotransporto eismo miesto gatvėse aplinkos oras teršiamas anglies viendeginiu. Šalia gatvių važiuojamosios dalies teršalo koncentracija daugiau kaip du kartus didesnė nei ribinė [88, 89]. Yra žinoma, kad daugiausiai oras teršiamas automobiliui pajudėjus iš vietos, stabdant ar judant mažu greičiu. Automobiliui pradėjus važiuoti, į orą išmetama teršalų keliasdešimt kartų daugiau, nei važiuojant įprastu greičiu. Todėl ypač didelė anglies viendeginio koncentracija konstatuojama judrių gatvių reguliuojamose sankryžose. Čia jo ribinė vertė viršijama daugiau kaip keturis kartus. Kietųjų dalelių kiekis matavimo vietose gali siekti 17 tūkst. vnt./*l*, daugumos kietųjų dalelių dydis mažesnis kaip 1 μm [88]. Vilniaus miesto judrių gatvių sankirtose oro užtarša anglies viendeginiu buvo du kartus didesnė nei tolesnėse matavimo vietose [90].

Didelė aplinkos oro užtarša anglies viendeginio, azoto oksidų ir angliavandenilių dujomis konstatuota kai kuriose Vilniaus automobilių saugojimo aikštelėse [91].

Automobilių transporto **išmetamosiomis dujomis teršiamas dirvožemis.** Rusijos mokslininkė O. Neverova, atlikusi stambaus šios šalies miesto Kemerovo gatvių ir automagistralių pakelių dirvožemio užterštumo tyrimus, konstatavo smarkią technogeninę jų taršą. Judrių miesto gatvių pakelių dirvožemio struktūra, humuso kiekis jame tapo netinkami augalijai vegetuoti. Autotransporto išmetamosiomis dujomis užteršto pakelių dirvožemio mėginiuose hidrokarbonatų, chloridų, sulfatų, šarminių metalų jonų (Ca^{2+}, Mg^{2+}, Na^{+}, K^{+}) aptikta 1,5–11,6 karto daugiau nei kontroliniuose dirvožemio mėginiuose. Vandenilio jonų koncentracija (pH) užterštame dirvožemyje siekė 7,1, o dirvožemio mėginių, paimtų iš neužterštų vietų, pH parametro vertė neviršijo 6,3. Taip pat nustatyta, kad sunkiųjų metalų (chromo, cinko, geležies, kadmio, kobalto, nikelio, mangano, švino, vario) koncentracijų vertės nuo kelių iki keliolikos kartų viršijo analogiškų parametrų vertes kontrolinėse tyrimų vietose. Pakelių dirvožemio suminio užterštumo parametro vertę 8,9 karto viršijo miesto žaliųjų vejų dirvožemio suminį užterštumo parametrą. Taip pat nustatytas statistiškai reikšmingas bendrojo azoto ir fosforo kiekio užterštame dirvožemyje sumažėjimas [92].

K. Armolaičio ir E. Bartkevičiaus tyrimais bei kitų autorių cituojamais duomenimis, sniego dangoje ir dirvožemyje šalia automobilių kelių kaupiasi sunkieji metalai, tarp jų – švinas, chromas, nikelis, kadmis, stroncis ir kiti. Atvirose vietovėse švinas pasklinda 250–300 m atstumu nuo intensyvaus eismo automagistralės Kaunas–Klaipėda, azoto dioksidas – 100 m atstumu, benzpirenas – 60 m atstumu. O prie automobilių kelių esančiose medžių juostose benzpireno randama 6–11 kartų mažiau, dirvožemio užtarša švinu konstatuojama tik 50 m atstumu nuo magistralės [93].

Remiantis A. Klibavičiaus pateiktais duomenimis, automobilių išmetamųjų teršalų kiekis priklauso nuo vidaus degimo variklio veiklos režimo [94]. Iš 2.10 lentelėje pateiktų duomenų išeina, kad aplinkos orą daugiausiai teršia transporto priemonės, deginančios kurą karbiuratoriniuose varikliuose, veikiančiuose tuščiąja eiga. Transporto priemonėje įrengus išmetamųjų dujų katalizatorių teršalų kiekis sumažėja keliasdešimt kartų.

2.10 lentelė. Transporto priemonių, deginančių skystąjį kurą, išmetamųjų dujų sudėtis, atsižvelgiant į variklio veiklos režimą, g/kg sąlyginio kuro [94]

Teršalas	Karbiuratoriniai varikliai		Dyzeliniai varikliai		Varikliai su katalizatoriais
	važiavimas	tuščioji eiga	važiavimas	tuščioji eiga	važiavimas
Anglies monoksidas	130,0	299,0	40,0	69,0	4,92
Angliavandeniliai	19,0	32,0	14,0	20,0	0,81
Azoto dioksidas	13.5	20.0	8.0	33,0	0,60
Sieros dioksidas	0,60	0,50	4,70	6,0	0,11
Kietosios dalelės	0,50	0,60	2,50	3,80	0,08
Benzpirenas	$0{,}14 \cdot 10^{-5}$	$0{,}24 \cdot 10^{-5}$	$0{,}16 \cdot 10^{-5}$	$0{,}27 \cdot 10^{-5}$	$0{,}27 \cdot 10^{-6}$

K. Greičiūtė ir kt., atlikę Vilniaus miesto judrios gatvės oro užterštumo azoto dioksidu tyrimus ir šio teršalo sklaidos modeliavimą, padarė išvadą, kad pavėjinės ir užuovėjos gatvių pusių oro užterštumas priklauso nuo vėjo pūtimo kampo, eismo intensyvumo ir automobilių važiavimo greičio. Pasiūlyta, rengiant miestų planavimo projektus, teršalo sklaidai vertinti taikyti *Airviro* „gatvės kanjono“ modelį [95].

A. Klibavičiaus publikacijoje pateikta automobilių išmetamųjų teršalų sklaidos apskaičiavimo metodika. Taikant programos *COPERT* III metodiką, bendroji autotransporto priemonės teršalų emisija gali būti skaičiuojama pagal (2.8) lygtį [94]:

$$E = E \text{ miesto} + E \text{ užmiesčio} + E \text{ magistralės}, \tag{2.8}$$

čia: *E* miesto – teršalų, išmetamų transporto priemonėms važiuojant miesto gatvėmis, emisija; *E* užmiesčio – teršalų, išmetamų transporto priemonėms važiuojant užmiesčio gatvėmis, emisija; *E* magistralės – teršalų, išmetamų transporto priemonėms važiuojant magistralėmis, emisija.

Apskaičiuojant skirtingų kelių kategorijų emisijas, sumuojamos trijų kategorijų emisijos: *Eš* – „šaltoji" emisija, išsiskirianti variklio užvedimo metu, *Ek* – „karštoji" emisija, išsiskirianti įkaitus varikliui, ir *Eg* – „garavimo" emisija, išsiskirianti degalams garuojant. Emisijų parametrai važiavimo laiku priklauso nuo transporto priemonės tipo, kelio kategorijos, važiavimo greičio, autotransporto priemonių skaičiaus ir kt. [87].

Programa EKOL taikoma miestų teritorijų kompleksiškam transporto skleidžiamos taršos poveikiui įvertinti. Taikant programą apskaičiuojamas išmetamųjų dujų šaltinių galingumas, atliekamas teršalų sklaidos modeliavimas, apskaičiuojamos teršalų koncentracijų vertės pasirinktose vietose, įvertinami neigiamo poveikio aplinkai ekonominiai nuostoliai [94].

Autotransporto cheminė tarša taip pat yra susijusi su druskų, druskų ir smėlio mišinių naudojimu kelių dangos slidumui išvengti bei jam šalinti. Automobilių kelių ir automagistralių priežiūrai daugiausiai naudojamas natrio chloridas arba jo mišinys su kalcio chloridu. Žiemą barstomos druskos nuo važiuojamosios dalies su sniego tirpsmo, polaidžio vandeniu patenka į pakelių dirvožemį, gruntinį vandenį ir į netoli automobilių kelių bei magistralių esančius paviršinius vandens telkinius. Didžiausios chloridų koncentracijos pakelių sniego tirpsmo mėginiuose 1 m atstumu nuo kelio važiuojamosios dalies siekė 3 200–3 967 mg/*l*, 4 m atstumu – 110–780 mg/*l*, o foninė šių druskų koncentracijos vertė Lietuvos teritorijoje sudaro 3,6 mg/*l* [96].

Ištyrus **paviršinių vandens telkinių,** esančių 5–80 m atstumu nuo intensyvaus eismo gatvės, titnaginius dumblius, padaryta išvada, kad jų pokyčiams galėjo turėti įtakos į vandenį patekę chloridai [97]. Atlikus natrio druska užteršto dirvožemio poveikio žolinei augalijai eksperimentą, nustatyta, kad natrio chloridu koncentracijoje 1 g/kg užterštas dirvožemis mažina bandomųjų augalų daigumą, jų antžeminės dalies ilgį ir fitomasę. Taip pat nustatytas skirtingas bandomųjų augalų atsparumas natrio chlorido poveikiui. Įrodyta, kad ištirto dirvožemio teršalo toksiško poveikio koncentracija yra 10 g/kg [98].

Automobilių transportui tenka apie 4/5 miestų triukšmo. Europos transporto, aplinkos ir sveikatos chartijoje (1999 m.) teigiama, kad transporto priemonių skleidžiamas triukšmas trikdo miegą, sukelia bendravimo, naujos informacijos suvokimo problemų. Padidėjęs triukšmas labai pablogina gyvenimo kokybę, pažeidžia klausos funkciją, sukelia centrinės nervų sistemos, kraujotakos sutrikimų. Ypač intensyvų triukšmą sukelia sunkieji automobiliai, motociklai, mopedai, techniškai netvarkingi

lengvieji automobiliai, specialusis autotransportas (atliekų surinkimo mašinos, kelių statybos mašinos ir mechanizmai), taip pat automobilių apsauginės signalizacijos sistemos. Stambių miestų judriose gatvėse ir jų sankryžose triukšmo intensyvumas siekia 80–85 dBA. Daugiamečiais autotransporto eismo triukšmo matavimo didžiuosiuose Europos miestuose duomenimis, garso slėgis judriose gatvėse siekia 84–85 dBA [99].

Pagal Kauno mieste vykdomo gatvių triukšmo monitoringo duomenis garso slėgis gyvenamuosiuose kvartaluose 2/3 matavimo vietų viršijo ribinę garso slėgio vertę [3]. Matavimo vietose prie automagistralės Vilnius–Kaunas–Klaipėda garso slėgis 7,5 m nuo važiuojamosios magistralės dalies siekė 84–89 dBA, 20 m atstumu – 76–82 dBA, 50 m atstumu – 69–70 dBA, 100–150 m atstumu – 61–64 dBA. Garso slėgio parametro vertė priklausė nuo automobilių tipo, eismo intensyvumo, kraštovaizdžio reljefo [100]. Didelėse lengvųjų automobilių saugojimo aikštelėse mašinų keliamas triukšmas gali siekti 65–70 dBA.

Krovininių traukinių šilumvežiai sukelia triukšmą, kurio intensyvumas siekia 92 dBA, keleiviniai traukiniai, važiuodami 50–60 km/val. greičiu, sukelia 90–93 dBA triukšmą. Elektrinis traukinys, važiuodamas 35 km/val. greičiu, 7,5 m atstumu kelia 82 dBA triukšmą, važiuodamas 43 km/val. greičiu – 84 dBA triukšmą. Kai elektrinio traukinio ridos greitis siekia 55 km/val., garso slėgis 7,5 m atstumu padidėja dar 5 dBA. Geležinkelio transporto keliamas triukšmas 100 m atstumu nuo šaltinio sumažėja 10 dBA, o 200–300 m atstumu papildomai sumažėja tiktai 2–3 dBA [101]. Intensyviu akustiniu triukšmu pasižymi geležinkelio infrastruktūros įmonės – logistikos objektai (krovinių rūšiavimo ir perkrovimo stotys, šilumvežių ir elektrovežių remonto depai), skleidžiantys 90–100 dBA triukšmą. Traukinių skleidžiamo triukšmo šaltiniai – šilumvežio dūmų išmetamasis vamzdis, variklis, oro kompresorius, oro pūtimo ventiliatoriai, vagonų ratų smūgiai, ypač važiuojant per bėgių sandūras. S. Vasarevičiaus ir J. Graudinytės tyrimų duomenimis, krovininių traukinių keliamas triukšmas 7,5 m atstumu siekė 86 dBA, keleivinių – 79 dBA, elektrinių – 76 dBA. Autoriai, pritaikę triukšmo sklidimo modeliuotą programą EKOL, padarė išvadą, kad triukšmo sklaidos pasirinktose vietose modeliavimo duomenys atitinka garso slėgio matavimo tuose pačiuose vietose duomenis [102].

R. Vaiškūnaitės duomenimis, prekiniai, keleiviniai, manevriniai, dyzeliniai traukos riedmenys į aplinkos orą išmeta anglies monoksidą, azoto oksidus, angliavandenilius ir kietąsias daleles (2.11 lentelė).

Iš 2.11 lentelėje pateiktų duomenų matyti, kad sudeginę 1 toną kuro prekiniai traukos riedmenys į aplinkos orą išmeta 92,7 kg azoto oksidų, 19,5 kg anglies monoksido, 2,0 kg angliavandenilių ir 0,6 kg kietųjų dalelių. Keleiviniai traukos riedmenys išmeta perpus mažiau azoto oksidų, tačiau daug daugiau angliavandenilių ir kietųjų dalelių. Manevrinių traukos riedmenų išmetamų teršalų kiekis gerokai skiriasi ir priklauso nuo jų tipo. Dyzeliniai traukos riedmenys aplinkos orą mažiausiai teršia anglies monoksidu ir angliavandenilių dujomis.

2.11 lentelė. Vidutinis lyginamasis teršalų kiekis traukos riedmenų variklių išmetamosiose dujose [103]

Traukos riedmenų kategorijos	Teršalai, kg/t			
	anglies monoksidas (CO)	azoto oksidai (NOx)	angliavandeniliai (CnHn)	kietosios dalelės
Prekiniai	19,5	92,7	2,0	0,6
Keleiviniai	10,5–17,2	37,9–47,2	3,2–4,5	3,0–3,1
Manevriniai	1,1–16,8	13,6–59,1	0,4–4,8	0,2–1,2
Dyzeliniai	4,5–5,4	41,6–46,5	0,9–1,3	2,0–2,5

P. Baltrėnas ir kt., ištyrę Radviliškio geležinkelio mazgo aplinkos oro taršą, konstatavo, kad iš stacionarių ir mobiliųjų taršos šaltinių į atmosferą išmetamos sieros dioksido, azoto oksidų, anglies viendeginio, angliavandenilių dujos ir kietosios dalelės. Didžiausia azoto oksidų koncentracijos vertė atmosferos pažemio sluoksnyje 4,1 karto viršijo šio teršalo koncentracijos ribinę vertę. Autorių teigimu, šilumvežiuose deginant dyzelinį kurą, į orą išmetami ne visiško degalų ir variklinės alyvos degimo produktai. Kartu su išmetamaisiais dūmais į aplinką patenka smalkės, mineraliniai aerozoliai, suodžiai, policikliniai angliavandeniliai [104].

Geležinkelių ruožų dirvožemis, gruntinis ir šalia esančių paviršinių vandens telkinių vanduo teršiamas nafta ir jos produktais. Ištyrus vandens telkinių, esančių 20–100 m atstumu nuo intensyvaus eismo geležinkelio ruožų užterštumą naftos produktais, nustatyta, kad didžiausios naftos produktų koncentracijos viršijo ribines vertes 7,9–9,6 karto. Teigiama, kad potencialiais vandens telkinių teršimo šaltiniais gali būti laikomos naftos kuro ir tepalų talpyklos, naftos gaudyklės, užteršto lietaus vandens surinkimo sistemos [105].

Gyvenamosios teritorijos, esančios netoli didelių tarptautinių oro uostų, karinių, sportinės aviacijos aerodromų, kenčia nuo **orlaivių** skleidžiamo triukšmo.

Lėktuvui skrendant 100–400 m aukštyje virš žemės paviršiaus, gyvenamosiose teritorijose triukšmas siekia 90–100 dBA. Reaktyviniai lėktuvai, kildami nuo pakilimo tako, skleidžia triukšmą, kuris gali siekti 110 dBA. Tokio intensyvumo triukšmas žmogui sukelia akustinę traumą, t. y. laikiną arba nuolatinį klausos netekimą. Kiti oro uosto aplinkos taršos veiksniai yra orlaivių skrydžių sekimo radiotechninių objektų skleidžiama elektromagnetinė spinduliuotė, lėktuvų ir sraigtasparnių variklių kuro išmetamosios dujos, kitos kenksmingos cheminės medžiagos. Tačiau nustatant oro uostuose vykdomos ir su jais susijusios ūkinės veiklos poveikio zonos ribas, daugiausia dėmesio skiriama skleidžiamam triukšmui. Aviacinis transportas yra pagrindinis triukšmo šaltinis, tačiau triukšmą kelia ir kitos oro uostuose eksploatuojamos trans-

porto priemonės bei darbai, susiję su lėktuvų variklių bandymais. Reaktyviniams lėktuvams kylant, triukšmą sukelia jų variklių dideliu greičiu išmetamos karštos dujos. Skrydžio metu keliamą triukšmą lemia aerodinaminiai reiškiniai, susiję su oro ir orlaivio konstrukcinių elementų tarpusavio sąveika. Lėktuvams leidžiantis, didžiausią triukšmą skleidžia turbokompresoriai [106].

Atlikus garso slėgio tyrimus Tarptautinio Vilniaus oro uosto poveikio zonos gyvenamosios teritorijos vietose, eksploatuojant mažesnį triukšmą skleidžiančius lėktuvus, konstatuota, kad ir B-735, ir SAAB-2000 bei ATR-42 tipų besileidžiantys lėktuvai 7–21 dBA viršijo dienos ir vakaro paros laikui nustatytus ribinius garso slėgio parametrus. Atvykstančių ir išvykstančių lėktuvų triukšmas buvo didesnis už foninį nuo 9 dBA iki 26–34 dBA. Orlaiviams kylant, maksimalus garso slėgio lygis gyvenamosios teritorijos matavimo vietose siekė 78–85 dBA, lėktuvams leidžiantis – 80–85 dBA. Garso slėgio verčių skirtumai traktuotini kaip nereikšmingi, jie gali atsirasti dėl matavimų duomenų netikslumo. Išmatavus triukšmo lygį esant skirtingiems oktaviniams dažniams konstatuota, kad B-735 tipo lėktuvas leistinąjį triukšmo lygį viršijo esant 125–2 000 Hz dažniams, SAAB-2000 – 250 ir 500 Hz dažniams [107]. Visose triukšmo matavimo vietose garso slėgis viršijo nustatytus ir maksimalius (60–70 dBA), ir ekvivalentinius (45–55 dBA) ribinius parametrų dydžius.

Vandens transporto skleidžiamas triukšmas, veikiantis uostų gyventojus, labiausiai susijęs su šios transporto rūšies infrastruktūros objektais: ūkine uostų veikla, garsiniais švyturių signalais naktį, laivybos navigacijos radiotechninių objektų skleidžiama elektromagnetine spinduliuote, gamybine dokų veikla, geležinkeliu ir autotransportu, tiekiančiu krovinius į jūrų ir upių uostus.

Didelę, kartais sunkiai pataisomą žalą aplinkai daro pavojingus krovinius plukdančių laivų avarijos. Pasaulyje per metus vien dėl avarijų į vandenį išsilieja apie 6 mln. t naftos. XX a. antrojoje pusėje įvyko dešimtys stambių tanklaivių avarijų. 1967 m. kovo 18 d. iš tanklaivio „Torrey Canyon“ Silio salose (Pietų Anglijos pakrantė) išsiliejo 120 tūkst. t naftos. 1978 m. kovo 28 d. prie Bresto (Prancūzija) iš supertanklaivio „Amoco Cadiz“ į jūrą pateko 230 tūkst. t naftos, žuvo dešimtys tūkstančių jūrinių paukščių, dvigeldžių moliuskų ir smulkių vandens organizmų. 1981 m. lapkričio 21 d. nafta išsiliejo Klaipėdoje. Iš tanklaivio „Globe Asami“ ištekėjo 16,5 tūkst. litrų naftos, žuvo 60 tūkst. jūrinių paukščių. 1989 m gruodžio 19 d. šiaurinėse Kanarų salose, sprogus tanklaiviui „Khark 5“, technogeninė tarša sudarė 70 tūkst. t žalios naftos, nafta užlieta 260 km^2 pakrantės. 1992 m. gruodžio mėn. prie Šiaurės Ispanijos krantų apvirto tanklaivis „Aegean Sea“. 1993 m. sausio mėn. pradžioje prie Šetlandų salų (Šiaurės jūra) apvirto tanklaivis „Brae“ su 85 tūkst. t žalios naftos. Panašios avarijos buvo įvykusios prie kitų žemynų krantų [11].

Transporto priemonių eksploatavimas yra susijęs su atliekų susidarymu. Pagrindinės transporto priemonių atliekos – naudotos padangos, vartoti tepalai, stabdžių skysčiai, automobilių detalės, neatstatytinai sudaužyti arba baigti eksploatuoti auto-

mobiliai. Deginant naudotas padangas aplinkos oras teršiamas anglies viendeginiu, azoto oksidais, sieros dvideginiu, kietosiomis dalelėmis ir kitomis kenksmingosiomis medžiagomis. Sudeginus 1 t naudotų padangų, į aplinkos orą išsiskiria 0,1 t anglies oksido, 0,007 t azoto oksidų, 0,14 t sieros dioksido, 0,1 t kietųjų dalelių.

Didelę žalą visuomenės sveikatai daro su transporto eismu ir transporto priemonių eksploatacija susijęs traumatizmas. Ypač daug aukų pareikalauja automobilių ir lėktuvų avarijos. E. Mačiūnas ir kt., atlikę nelaimingų atsitikimų, susijusių su automobilių transportu Klaipėdos mieste, tyrimą, nustatė, kad eismo įvykiams turėjo įtakos aplinkos oro ir miesto gatvių važiuojamosios dalies būklė. Dėl netvarkingos kelių dangos įvyko 37 % visų išnagrinėtų automobilių avarijų, 6 % eismo įvykių įvyko esant plikledžiui [108].

Atlikus 135 keleivinių skrydžių lėktuvų katastrofų, įvykusių 1990–1999 m. priežasčių analizę, nustatytos tokios jų priežastys: 67 % katastrofų įvyko dėl lakūnų padarytų klaidų, 11 % – dėl techninių gedimų, 7 % – dėl prastų oro sąlygų, 6 % – dėl netinkamos lėktuvų techninės priežiūros, 4 % – dėl skrydžių dispečerių klaidų, 5 % – dėl kitų priežasčių, tarp jų – dėl susidūrimų su paukščiais [4].

Profesionalius vairuotojus, šilumvežių ir elektrovežių mašinistus, lakūnus bei jūreivius veikia profesinės rizikos veiksniai. Visų išvardytų profesijų darbuotojai patiria stresą, jų darbas neretai susijęs su psichoemociniu ir fiziniu nuovargiu dėl prailgintų darbo valandų, nepakankamo poilsio laiko. Krovininių automobilių, autobusų, ypač tolimųjų reisų, vairuotojų sveikatą veikia triukšmas, vibracija, kuro degimo dujos, teršiančios vairuotojų darbo aplinką. Šilumvežių vairuotojų kabinose bendrosios vibracijos parametrai jų ribines vertes gali viršyti 2,2–2,5 karto. Anketinės apklausos duomenimis, jūrininkai, plaukdami transporto laivais, tolimuosiuose reisuose praleidžia šešis ir daugiau mėnesių. 46 % apklaustų jūrininkų reiso metu jūroje buvo patyrę psichoemocinę įtampą, kurią iš dalies siejo su žalingu darbo veiksnių poveikiu, daugiau kaip pusė jūrininkų patiria psichoemocinę įtampą, susijusią su laiko juostos kaita, ilgesnėmis darbo valandomis (9–12 val. per dieną, daugiau nei 60 val. per savaitę). 20 % jūrininkų teigė, kad reisų jūroje metu juos apima prislėgta nuotaika. Daugiau kaip 60 % Lietuvos jūrininkų, būdami krante, kreipėsi medicinos pagalbos [109]. R. Jankausko ir N. Mačiulytės duomenimis, Vilniaus miesto autobusų vairuotojų darbo aplinka teršiama azoto oksidų, formaldehido, benzeno, sočiųjų angliavandenilių dujomis, anglies monoksidu. Jų rankas, ypač važiuojant nelygiu keliu, veikia vietinė vibracija. Autoriai nustatė, kad 57,4 % autobusų vairuotojų vargina kaklo, pečių, nugaros, juosmens, galūnių skausmai, įtampa ir kiti nemalonūs pojūčiai [110]. Dėl šilumvežių vairuotojų kabinose susidarančios bendrosios vibracijos parametrai jų ribines vertes gali viršyti 2,2–2,5 karto. Tarp geležinkelio darbuotojų pasitaiko profesinių ligų, pvz., vibracinė liga, apkurtimas, lėtinės kvėpavimo takų ir plaučių ligos. Lakūnai skrydžio metu patiria atmosferos slėgio pokyčius, triukšmo, jonizuojančiosios, elektromagnetinės spinduliuotės, kitų profesinės rizikos veiksnių poveikį.

Transporto sektoriaus aplinkosauginis valdymas apima tokias sritis: teisės aktų sistemos kūrimą, transporto priemonių reglamentavimą, transporto degalų reglamentavimą, transporto priemonių eksploatacijos reglamentavimą, transporto eismo organizavimo priemones, kelių ir geležinkelių statybos bei priežiūros priemones, teritorijų planavimo ir kitas priemones.

Lietuvoje yra priimti pagrindiniai teisės aktai, reguliuojantys įvairių ūkio sričių visuomeninius santykius. Šios sritys susijusios su mūsų šalies transporto infrastruktūra, tarp jų – Lietuvos Respublikos aviacijos, civilinės aviacijos, kelių, kelių eismo saugos įstatymai, Lietuvos Respublikos vidaus vandenų transporto, Lietuvos Respublikos kelių transporto kodeksai ir kiti įstatymo lygmens teisės aktai.

Transporto priemonės reglamentuojamos siekiant sumažinti automobilių masę, sudeginamo kuro kiekį, numatant jų aprūpinimą išmetamųjų dujų katalizatoriais, triukšmo duslintuvais, draudžiant automobilių konstrukcijos detalėms naudoti asbestą; modernizuojant orlaivius, ypač jų skleidžiamo triukšmo požiūriu; didinant krovininių laivų talpyklų, geležinkelio cisternų bei kitų krovininių vagonų patikimumą ir eksploatavimo saugą.

Pastaruoju laiku aplinkos apsaugos specialistų susirūpinimą sukėlė pavojingų vandens ekosistemoms dažų naudojimas laivų povandeninei daliai dažyti. Jei į vandens poveikiui atsparių dažų sudėtį įeina sunkieji metalai (švinas ir chromo junginiai), toksiškos vandens organizmams medžiagos išsiplauna į vandenį ir pažeidžia vandens ekosistemas. Todėl dedamos pastangos riboti sunkiųjų metalų naudojimą laivų dažams gaminti.

Pagal Lietuvos Respublikos bevariklio transporto įstatymo reikalavimus organizuojant eismą miestuose ir rekreacinėse teritorijose, prioritetas turi būti skiriamas bevarikliam transportui – dviračiams ir kitoms raumenų varomoms transporto priemonėms. Daugelyje Europos šalių bevariklio transporto plėtrai skiriamas prioritetinis vaidmuo. 2.4 pav. (žr. spalvotą įkliją) pateikti senųjų Europos Sąjungos šalių narių gyventojų apklausos duomenys, padėję išsiaiškinti jų požiūrį į skirtingas transporto priemones. Visose šalyse, kuriose buvo atliktas sociologinis tyrimas, daugiau kaip pusė gyventojų palankiai įvertino bevarikles transporto priemones. Tačiau Danijoje ir Nyderlanduose bevariklėms transporto priemonėms prioritetą skyrė net 86–87 % respondentų, Belgijoje, Italijoje, Vokietijoje, Didžiojoje Britanijoje – 75–78 %, o Portugalijoje ir Ispanijoje ne daugiau kaip du trečdaliai apklaustų gyventojų. Iš 2.5 ir 2.6 pav. (žr. spalvotą įkliją) pateiktų duomenų išeina, kad daugiausia pėsčiųjų traumų yra susijusios su lengvaisiais automobiliais. Mirtinų traumų rizika, keliaujant automobiliais, beveik du kartus didesnė, nei keliaujant pėsčiomis, ir 3,8 karto dažnesnė, nei keliaujant dviračiu.

Pagal Baltosios knygos triukšmo direktyvų reikalavimus ribojamas motorinių transporto priemonių, motociklų, lėktuvų, judančių mažesniu nei garso greičiu, keliamas triukšmas.

Reglamentuojant **transporto priemonių degalų kokybę,** juose mažinamas sieros ir azoto kiekis, ribojama arba draudžiama naudoti priedus, turinčius švino jun-

ginių. Eksploatuojant variklines transporto priemones, vis labiau plinta dujų kuro deginimas. Pagal Lietuvos Respublikos **biokuro įstatymo** reikalavimus, gaminant automobilių degalus, prioritetai turi būti skiriami biodegalų (etanolio, biodyzelino ir kt.) naudojimui. Baltosios knygos oro kokybės direktyvos reglamentuoja sieros kiekį skystajame kure, švino kiekį benzine, motorinių transporto priemonių ir dyzelinių variklių emisiją.

Nustatant aplinkosaugos reikalavimus, keliamus degalinėms bei įrenginiams skystajam kurui laikyti ir transportuoti, ribojama lakiųjų organinių junginių emisija. Lietuvoje vis daugiau automobilių pertvarkoma važinėti naudojant dujinį kurą. Siekiant mažinti autotransporto poveikį aplinkai, Jungtinėse Amerikos Valstijose, Japonijoje ir kitose šalyse gaminami automobiliai, pritaikyti važinėti naudojant elektros energiją.

Transporto priemonių techninės priežiūros reikalavimai nusako senų ir susidėvėjusių transporto priemonių įvežimą į šalies teritoriją bei jų eksploatacijos ribojimą, ekonominių svertų taikymą įsigyjant naujus automobilius ir atsikratant važinėtais automobiliais, paverčiant juos transporto priemonių atliekomis, modernios transporto priemonių techninių apžiūrų sistemos organizavimą.

Transporto eismui organizuoti taikomos tokios priemonės:

- viešojo transporto prioritetinė plėtra, pėsčiųjų eismo gatvių, „tyliųjų zonų“ įrengimas;
- sunkiojo krovininio transporto, autotransporto priemonių, skleidžiančių ypač intensyvų triukšmą (lėktuvai, motociklai ir kt.), eismo ribojimas;
- inžinerinių įrenginių, leidžiančių padidinti miestų gatvių pralaidumą (viadukų, tunelių, požeminių ir antžeminių daugiaaukščių garažų ir kt.), statyba;
- eismo ribojimas senamiesčiuose, atsižvelgiant į paros laiką, „dienų be automobilio“ kampanijos organizavimas;
- lėktuvų skrydžių maršrutų optimizavimas, juos nutolinant nuo gyvenamųjų teritorijų, ir naktinių skrydžių ribojimas;
- autotransporto ir geležinkelių transporto garsinių signalų ribojimas;
- atvykstančių lėktuvų skleidžiamo triukšmo automatinių registracijos sistemų įrengimas ir eksploatavimas.

Kelių ir geležinkelių statybos ir priežiūros priemonės yra susijusios su tinkamų, nepavojingų aplinkai medžiagų naudojimu statant ir prižiūrint automobilių kelius (kelių dangos, geležinkelių pabėgiai, kelių dangų valymo ir slidumo prevencijos bei šalinimo priemonės), taip pat su avarijų, vežant pavojinguosius krovinius, prevencijos ir avarijų pasekmių likvidavimo priemonių taikymu. Siekiant sumažinti triukšmo sklidimą, šalia judriųjų automagistralių statomi garsą absorbuojantys ekranai, pylimai, įrengiami tuneliai, kiti inžineriniai įrenginiai.

Rengiant šalies, apskričių bendrojo planavimo ir kitus strateginius plėtros projektus, numatomos strateginės transporto infrastruktūros ir jos objektų plėtros

kryptys. Planuojant teritorijas, rengiamos erdvinių sprendinių koncepcijos susisiekimo sistemų objektams (magistraliniams automobilių keliams, geležinkeliams, tarptautiniams ir kitiems stambiems oro uostams, krovininiams ir keleiviniams jūrų uostams, dideliems logistikos objektams), transporto koridoriams projektuoti. Transporto srautų cheminių ir fizikinių teršalų poveikio urbanizuotai aplinkai mažinti turi būti išsaugoti miestų želdynai (parkai, botanikos sodai, skverai), taip pat turi būti pakankamai apželdintos gyvenamosios teritorijos, kelių apsaugos bei įmonių sanitarinės apsaugos zonos. Kai kurių Europos miestų teritorijų žaliųjų plotų dydžių duomenys pateikti 2.7 pav. (žr. spalvotą įkliją), iš kurio matyti, kad labiausiai apželdintas miestas – Slovakijos Respublikos sostinė Bratislava, kurioje želdiniams tenka daugiau kaip 60 % miesto teritorijos. Tačiau daugumos paveiksle nurodytų miestų teritorijų apželdinimas nesiekia net penktadalio.

Savivaldybių, miestų, gyvenviečių bendruosiuose, specialiuosiuose ir detaliuosiuose teritorijų planavimo projektuose numatomi tokie sprendiniai:

- teritorijų suskirstymas pagal funkcinę jų paskirtį, numatant teritorijas ir žemės sklypus susisiekimo sistemoms;
- aplinkkelių planavimas, degalinių išdėstymo schemų rengimas;
- transporto infrastruktūros objektų sanitarinės apsaugos ir apsaugos zonų ribų nustatymas.

Transporto priemonių išmetamosios taršos stebėseną sudaro informacijos surinkimas, duomenų kaupimas ir analizė, teritorijų kartografavimas pagal jų cheminį ir fizikinį užterštumą. Pagal Europos Parlamento ir Komisijos direktyvą dėl aplinkos triukšmo įvertinimo ir valdymo 2002/49/EB Europos Sąjungos šalys narės turi įvertinti didžiųjų miestų automobilių, geležinkelių ir oro transporto skleidžiamą triukšmą, atlikti šio fizikinio teršalo veikiamų teritorijų kartografavimą, nustatyti gyventojų, eksponuojamų triukšmu, skaičių, taip pat ištirti triukšmo poveikį gyventojų savijautai ir sveikatai. Pagal Direktyvos nuostatas turi būti vertinamas visos paros gyventojus veikiantis transporto eismo triukšmas, išskiriant orlaivių, kelių ir geležinkelio transporto eismo skleidžiamo triukšmo poveikį. Atlikus teritorijų kartografavimą triukšmo sklaidos požiūriu, turi būti apskaičiuotas gyventojų, eksponuojamų triukšmu skirtingais paros laiko tarpais, skaičius, visų miesto arba jo dalies gyventojų skaičiaus procentas. Pagrindiniais triukšmo poveikio gyventojų sveikatai požymiais laikomi miego sutrikimai, dirginanamasis triukšmo poveikis dieną.

Visuomenė turi būti informuojama visais klausimais, susijusiais su transporto priemonių ir transporto infrastruktūros poveikiu aplinkai bei žmonių sveikatai.

Kitos transporto infrastruktūros valdymo aplinkos apsaugos ir visuomenės sveikatos išsaugojimo aspektais sritys yra tokios:

- transporto priemonių, jų eksploatacijos, taip pat transporto infrastruktūros objektų atliekų tvarkymo reglamentavimas, atliekų surinkimo, pakavimo, ženklinimo, vežimo, šalinimo sistemos sukūrimas ir jos įgyvendinimas;

- transporto priemonių neigiamo poveikio aplinkai ir visuomenės sveikatai vertinimo metodikų sukūrimas, jų aprobavimas ir diegimas;
- transporto eismo traumatizmo ir transporto priemonių vairuotojų, lakūnų, jūreivių, transporto infrastruktūros objektų darbuotojų saugos ir profesinės sveikatos išsaugojimo priemonės (profesinė atranka, profesinės sveikatos kontrolė, darbuotojų saugos ir sveikatos teisės aktų laikymasis ir kt.).

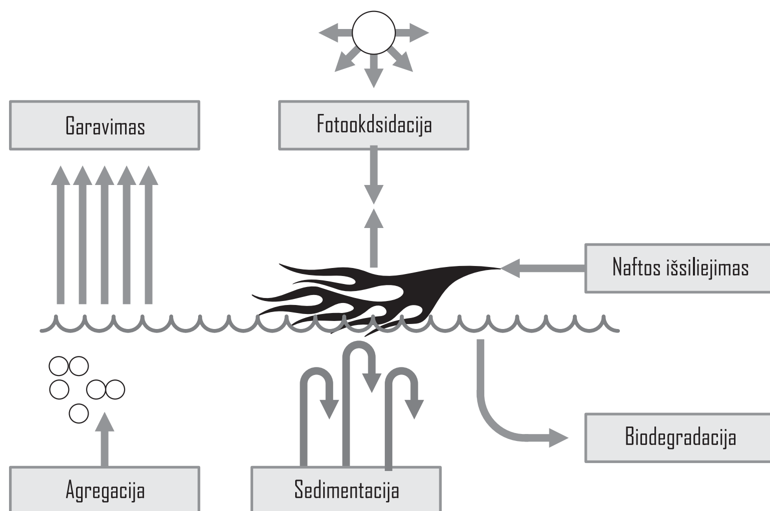
2.3. Išteklių gavybos ir apdirbamosios pramonės įmonių išmetamųjų teršalų poveikis aplinkos komponentams

Išgaunant gamtos išteklius energijai, statybos produktams gaminti, padaroma žala aplinkai – kraštovaizdžiui, žemėnaudai, teršiama atmosfera, gruntinis vanduo ir požeminiai vandens telkiniai. Pagal Lietuvos bendrąjį planą būtina rekultivuoti 10,2 tūkst. ha durpynų ir 3,3 tūkst. ha statybos produktų žaliavų karjerų.

Aplinkai poveikį daro energinių išteklių gavyba. Išgaunant energinius išteklius, teršiamas tiek dirvožemis, tiek kitos geosferos – vandens telkiniai ir aplinkos oras. Išžvalgant ir eksploatuojant naftos versloves pažeidžiamas derlingas dirvožemio sluoksnis, jis teršiamas žalia nafta. Deginant lydimąsias dujas į atmosferą išmetami anglies dvideginis, anglies monoksidas, sieros dioksidas, iš žalios naftos rezervuarų į aplinką išsiskiria lakiosios organinės medžiagos – angliavandenilių garai. Aplink bet kurį naftos gilumінį gręžinį 5–6 ha plote sudarkomas kraštovaizdis.

Naftos gavyba iš jūrų dugno telkinių yra susijusi su **hidrosferos teršimu,** ypač įvykus avarijoms, kai nafta gali išsilieti į vandenį tiek iš naftos gavybos platformų įrenginių, tiek ją transportuojant į saugojimo talpyklas. Pagrindinės žalios naftos patekimo į vandenį priežastys – jos išsiliejimas jūrų gręžimo platformose, tanklaivių, naftos terminalų krovos platformų avarijos, tanklaivių balastinių vandenų išleidimas į jūrą, naftos perdirbimo įmonių mažai išvalytų nuotekų išleidimas į paviršinius vandens telkinius. Per pastaruosius 30–40 metų naftai išgauti iš jūrų dugno išgręžta 350 gręžinių. Juos eksploatuojant įprastu režimu į pasaulio jūrų vandenį patenka 100 tūkst. t žalios naftos. Su buitinėmis, lietaus ir naftos perdirbimo įmonių nuotekomis į pasaulio hidrosferą išleidžiama 2,5 mln. t naftos ir jos perdirbimo produktų.

Procesai, vykstantys į jūrų vandenį išsiliejus naftai, pateikti 2.8 pav. Matyti, kad naftos lakioji frakcija išgaruoja į atmosferą, stambioms naftos molekulėms sukimbant, vyksta jų agregacija. Sunkioji naftos frakcija nusėda į jūros dugną. Dalis į jūros vandenį patekusios naftos jame degraduoja, pasilikusi ant vandens paviršiaus naftos plėvelė, veikiama saulės spindulių, oksiduojasi. Žalios naftos tankis yra mažesnis nei vandens. Todėl ji plūduriuoja paviršiuje, padengdama didelį vandens plotą. Mažu toksiškumu pasižymintys alkanai nuo vandens paviršiaus išgaruoja per 8 dienas. Ilgagrandžiai parafinai skaidomi biologiškai, tačiau jų skaidymas lėtėja, mažėjant an-



2.8 pav. Procesai, vykstantys naftai išsiliejus į jūros vandenį [4]

gliavandenilių molekulės šakojimosi laipsniui. Žiediniai cikloalkanai (naftenai) yra labai toksiški ir patvarūs aplinkoje. Aromatinių junginių toksiškumas didėja gausėjant žiedų. Po 3 mėnesių hidrofobiniai naftos likučiai sukimba į gabalėlius. Dėl to jų tūris sumažėja 15 %.

Hidrofiliniai likučiai išbrinksta, sugerdami vandenį (iki 80 % jų tūrio), ir sudaro nestabilius naftos šlamus. Naftos likučių nykimas krante priklauso nuo bangų mūšos. Bangų skalaujamose vietose – ant uolų ir smėlinguose paplūdimiuose – jie išlieka trumpiau – 2–3 mėn., kitose vietose – ilgiau kaip 5 metus. Nuo užterštumo nafta ypač nukenčia stenobiontinės rūšys. Nuo naftos išsiliejimo ypač kenčia paukščiai.

Išgaunant anglis pažeidžiamas vandens balansas, giliau nusileidžia gruntiniai vandenys, gruntas nusėda, pažeidžiamas kraštovaizdis. Eksploatuojant naudingųjų iškasenų telkinius, iš žemės gelmių į paviršių išmetama daug gamtinius procesus pažeidžiančių ir net toksiškų uolienų. Nuo supiltų terikonų nuplaunamos ir nupustomos kietosios sąnašos, kuriose esantys įvairūs cheminiai junginiai blogina greta esančių dirvožemių kokybę.

Statybos produktų žaliavų, durpių gavyba, anglių gavyba paviršiniu būdu yra susijusi su aplinkos oro teršimu mineralinėmis (smėlio, dolomito, akmens skaldos) ir organinės kilmės dulkėmis. Aplinkos oras teršiamas vykdant iškasenų telkinio atidengimo, gręžimo, sprogdinimo darbus. Žvyro ir akmens skaldos smulkinimo bei sijojimo kratuliu metu į aplinkos orą išmetama mineralinių dulkių (kg/t pagaminto produkto) – eksploatuojant pirminio akmens skaldymo įrenginius – 0,23 kg/t, eksploatuojant antrinio akmens skaldymo ir sijojimo mechanizmus – 0,68 kg/t, eksploatuojant tretinio akmens skaldymo ir sijojimo mechanizmus – 2,7 kg/t, veikiant krovimo ir

perkrovimo transporteriams – 0,98 kg/t. Išmetamų mineralinių dulkių bendras kiekis siekia 6,8 kg/t [111]. Karjeruose naudojamos mašinos (ekskavatoriai, buldozeriai, sunkvežimiai ir kt.), taip pat mechanizmai ir įrenginiai (akmens skaldymo, skaldos sijojimo, perkrovimo) skleidžia intensyvų triukšmą. Mašinos ir varikliniai mechanizmai teršia aplinkos orą išmetamosiomis dujomis

Statybos produktų žaliavas vežant automobilių keliais, į aplinkos orą išmetama 0,22–0,6 kg dulkių 1 km kelio. Daugiau kaip 50 % dalelių yra didesnės kaip 30 µm, todėl greitai nusėda. Žvyrą ir akmens skaldą saugant atviru būdu, iš 1 tonos medžiagų į aplinkos orą išmetama 0,15 kg mineralinių dulkių.

Asfaltbetonio gamybos įmonių išmetalai, kilogramais tonai pagaminto produkto: mineralinės dulkės – 20 kg/t, dujinės išmetamosios medžiagos – ne daugiau kaip 0,045 kg/t (sieros dvideginis, anglies oksidas, aldehidai ir kt.)

Gaminant cementą, aplinkos orą teršia žaliavos komponentų smulkinimo, sumaišymo, cemento malimo įrenginiai, klinkerio deginimo krosnys. Eksploatuojant cemento gamybos įmonių deginimo krosnis, iš jų išmetama: dulkių – 103–111 kg/t, sieros dioksido (SO_2) – 4,5 kg/t, azoto oksidų (NOx) – 1,2 kg/t. Apie 40 % išmetamų dulkių yra smulkesnės kaip 10 µm. Klinkerio šaldymo įrenginiai išmeta 0,45 kg/t dulkių. Gaminant **kalkes** aplinkos oras teršiamas kalkių dulkėmis (sukamosios krosnys – 136 kg/t, vertikaliosios krosnys – 3,6 kg/t, produkto šaldymo įrenginys – 18,2 kg/t), azoto oksidais (NOx) – 1,3 kg/t, anglies oksidu – 0,9 kg/t.

Gaminant stiklą pagrindinis aplinkos oro taršos šaltinis – žaliavų (smėlio, kalcinuotosios sodos, klinčių), lydymo (stiklo virimo) krosnys. Aplinkos oro teršalai: kietosios dalelės 0,45–1,3 kg/t, silicio dioksidas (SiO_2) – 0,5–2,1 kg/t, azoto dioksidas (NO_2) – 1,5–4,7 kg/t, anglies oksidas (CO) – 0,024–0,23 kg/t. Kietųjų dalelių vidutiniai matmenys 0,1–0,13 µm. Teršalų kiekis ir jų sudėtis priklauso nuo gaminamo stiklo paskirties (lakštinis, butelių stiklas), gamybos būdo (presavimas, pūtimas), dulkių sulaikymo priemonių.

Plytų ir keraminių gaminių gamybos įmonių pagrindiniai į aplinkos orą išmetami teršalai: molio dulkės – 0,02–0,27 kg/t, sieros dioksidas (SO_2) – 1,8–3,3 kg/t, azoto oksidai (NOx) – 0,07–0,5 kg/t, anglies oksidas (CO) – 0,018 kg/t, fluoridai – 0,45 kg/t. Ruošiant žaliavas, jas smulkinant, sijojant, džiovinant bei maišant, į aplinką gali būti išmetama 30–40 kg dulkių, tenkančių 1 t pagaminto produkto. Išmetamų teršalų kiekiui įtakos turi naudojamas kuras, jo deginimo efektyvumas, plytų gamybos technologijos pažangumas, išmetamo oro valymo įrenginių veiksmingumas.

Trąšų gamybos įmonių aplinkos oro pagrindiniai teršalai: gaminant karbamidą – kietosios dalelės – 63,6–148,8 kg/t (granuliacijos įrenginiai), amoniakas – 12,9–14,4 kg/t (tirpalo gamybos ir koncentravimo įrenginiai), formaldehidas – 0,0095 kg/t; gaminant superfosfatą – fluoridai, produkto dulkės. Gaminant azoto rūgštį, į aplinkos orą išmetama 1,5 g/kg azoto oksidų (NOx), gaminant sieros rūgštį – 2 g/kg sieros dioksido (SO_2), 0,075 g/kg rūgšties aerozolio.

Naftos perdirbimo įmonių teršalai: išmetami katalitinio krekingo įrenginių – sieros dioksidas (SO_2), azoto oksidai (NOx), angliavandeniliai, aldehidai, amoniakas, kietosios dalelės; katalitinio riformingo įrenginių išmetami teršalai – angliavandeniliai, amoniakas, vandenilio sulfidas; katalitinio hidrokrekingo įrenginiai į aplinkos orą išmeta anglies oksidą (CO), amoniaką, vandenilio sulfidą. Iš žalios naftos ir jos perdirbimo produktų talpyklų į aplinką išsiskiria lakieji organiniai junginiai (LOJ). Eksploatuojant katalizatorių regeneracijos įrenginius, į aplinkos orą išmetami sieros dioksidas (SO_2), sieros trioksidas (SO_3), azoto oksidai (NOx), anglies oksidas (CO), anglies dioksidas (CO_2), angliavandeniliai, amoniakas, aldehidai ir kt. [111].

Juodosios ir spalvotos metalurgijos įmonių teršalai – šachtinės krosnies viršaus dujos (anglies dioksido, azoto, anglies oksido, vandenilio ir metano dujų mišinys), kurios yra deginamos siekiant utilizuoti šių dujų šiluminę energiją. Ruošiant aukštakrosnių įkrovą ir jas eksploatuojant, į aplinkos orą išmetamos dulkės, kurių kiekis sudaro 20–300 kg/t, t. y. 2–30 % pagaminto produkto. Aglomeracijos įrenginių išmetamose dulkėse yra geležies, kalcio, silicio, aliuminio, magnio oksidų, anglies bei sieros, išmetamosiose dujose yra azoto, deguonies, anglies dioksido, anglies oksido ir sieros dioksido. Lydymo krosnių pagrindiniai į aplinkos orą išmetami teršalai: mineralinės dulkės, kuriose yra 30–60 % silicio dioksido, 25 % geležies arba jo oksido, 20 % kalcio bei aliuminio oksidų, ne daugiau kaip 9 % mangano oksido, ne daugiau kaip 5 % magnio oksido. Išmetamų dulkių kiekis siekia 10–20 kg/t pagaminto produkto. Lydymo krosnių viršaus dujose yra 2–18 % anglies dvideginio, 5–21 % anglies oksido, ne daugiau kaip 16 % deguonies, ne daugiau kaip 1 % vandenilio, 0,1 % sieros dvideginio, sieros trioksido pėdsakų [111].

Popieriaus gamybos įmonių aplinkos orą teršiančios išmetamosios medžiagos: sieros junginių – natrio sulfido (Na_2S) ir natrio sulfato (Na_2SO_4) redukcijos dujiniai produktai: vandenilio sulfidas (H_2S), metilmerkaptanas (CH_3SH), dimetilsulfidas (CH_3SCH_3), dimetildisulfidas (CH_3SSCH_3), sieros ir azoto oksidai (SOx) ir (NOx). Vandenilio sulfidas ir organiniai sulfidai turi labai blogą kvapą, šių cheminių medžiagų bendras pavadinimas – suminė redukuota siera (SRS). SRS išmetimo pagrindiniai šaltiniai – regeneracijos krosnis, autoklavų sistema, išgarinimo, praplovimo, juodojo skysčio oksidinimo sistemų įrenginiai. Gaminant popierių į aplinką taip pat išmetamos natrio sulfato (Na_2SO_4), natrio karbonato ($NaCO_3$) bei natrio chlorido (NaCl) dulkės.

Cukraus gamybos įmonių pagrindiniai teršalai – cukraus ir kalkių dulkės. Cukraus dulkių kristalų matmenys – 3,5 µm, tankis – 1,7 g/cm^3. Cukraus dulkės yra sprogiosios, jų savaiminio užsidegimo temperatūra – 525 °C, savaiminiam sprogimui pavojinga koncentracija – 8,9–20,0 mg/m^3.

Cigarečių gamybos įmonių pagrindinis aplinkos oro teršalas – tabako dulkės, kurios turi du komponentus: organinį (susmulkintos tabako lapų dalelės) ir mineralinį (žemių likučiai). Tabako dulkės organizmą įsotina nikotinu kur kas greičiau nei tabako

dūmai. Tabako dulkėse taip pat yra kitų komponentų – fenolio, amoniako, eterinių aliejų ir kt., jų tankis – 1,3–1,85 g/cm^3, savaiminio užsidegimo temperatūra – 205 °C, matmenų vidurkis – 8,9–13,2 µm.

Odos apdorojimo įmonių pagrindiniai aplinkos oro teršalai: amoniako (NH_3), vandenilio sulfido (H_2S) dujos, sieros rūgšties (H_2SO_4) aerozolis, chromo anhidridas (IV), taip pat nedideli sieros oksidų, anglies oksido ir fenolio kiekiai. Šlifuojant odos paviršius, į aplinką išsiskiria odos dulkių. Odos dulkių tankis – 0,21 g/cm^3, skersmuo – iki 60 µm, savaiminio užsidegimo temperatūra – 240–250 °C. Odų dažymo įrenginiai aplinkos orą teršia lakiųjų cheminių medžiagų (butilo alkoholio, acetono, ksileno, vaitspirito, etilacetato), taip pat metilakrilato garais.

Avalynės gamybos įmonės yra odos, gumos, polimerinių medžiagų dulkių, lakiųjų organinių junginių išmetimo šaltiniai. Dulkės, išsiskiriančios frezuojant bei šlifuojant avalynės ruošinius, šiaušiant jų paviršius, yra degiosios, sprogiosios, apie 40 % kietųjų dalelių smulkesnės kaip 400 µm. Gaminant klijuotą avalynę, į aplinkos orą patenka sintetinių klijų garų, kuriuose gali būti chlorpreno, stireno, dimetilftalato ir kitų žmonių sveikatai kenksmingųjų medžiagų.

Kailių apdorojimo įmonių pagrindiniai aplinkos oro teršalai: amoniako (NH_3), sieros dioksido, sieros, acto, skruzdžių rūgšties, vandenilio sulfido, chromo anhidrido, formaldehido garai bei aerozoliai, kailių, tekstilės audinių dulkės.

Tekstilės (linų, medvilnės, vilnos, šilko, sintetinio pluošto) įmonės aplinkos orą teršia natūraliųjų ir sintetinių pluoštų dulkėmis, baliklių, dažiklių, standinimo, apretavimo ir kitų cheminių medžiagų bei preparatų garais ir aerozoliais.

Baldų pramonės įmonių įrenginių pagrindinės aplinkos orą teršiančios išmetamosios medžiagos: medienos dulkės, baldų ruošinių apdailai naudojamų preparatų (dažų ir lakų) lakiųjų komponentų (acetono, etilacetato, butilacetato, ksileno, tolueno, stireno ir kt.) dujos.

Gyvulininkystės įmonių eksploatacija yra susijusi su aplinkos teršimu ir iš organizuotų (katilinių, mėsos gaminių, gyvūninių atliekų išmetamieji teršalai), ir iš neorganizuotų išmetimo šaltinių (galvijų, kiaulių laikymo pastatų, paukštidžių, mėšlidžių, nuotekų valyklų ir kt.). Stambaus kiaulių komplekso taršos šaltiniai per 1 val. į aplinkos orą išmeta 160 kg amoniako, 14,5 kg vandenilio sulfido, apie 26 kg dulkių, 1,5 mlrd. mikroorganizmų. Iš paukštyno, kuriame per metus auginama iki 1 mln. vištų arba tiek pat broilerių, per 1 val. į atmosferos pažemio sluoksnį patenka 13–15 kg amoniako, per 40 kg dulkių, 175–200 mlrd. mikroorganizmų, 2 tūkst. m^3 anglies dvideginio [112]. Dirvožemio užtaršą gyvulininkystės įmonių teritorijose ir greta jų, susijusią su žmonių sveikata, nulemia pavojingų kirmėlių (helmintų) kiaušinėliai, patogeniniai mikroorganizmai, kurie į dirvožemį patenka kartu su mėšlu ir srutomis. Tyrimų, atliktų Turkijos gyvulininkystės įmonėje, duomenimis, 84,4 % dirvožemio mėginių, 60,8 % vandens ir 14 % daržovių buvo apkrėstos helmintų kiaušinėliais [113].

Didelę žalą aplinkai daro **raketų paleidimo į kosmosą veikla.** Kosminių laivų nešančiųjų raketų kritimo vietose dirvožemis ir gruntinis vanduo teršiamas raketiniu kuru ir irimo produktais. Teritorijos, kuriose krinta iš Rusijos ir Kazachstano poligonų „Pliseck“, „Kapustin Jar“, „Baikonur“ paleistų kosminių laivų, nešančiųjų raketų nuolaužos, užterštos tokiomis cheminėmis medžiagomis, kaip nesimetrinis dimetilhidrazinas, nesimetrinis dimetilaminas, heptilas, azoto tetraoksidas, azoto rūgštis ir kt. Teršalų, susijusių su kosminių laivų paleidimo nešančiųjų raketų nuolaužų kritimu arba raketų technikos sprogimais, koncentracijų vertės dirvožemyje, paviršinio vandens telkinių vandenyje, augaluose nuo kelių iki kelių šimtų kartų viršija ribinius dydžius. Teritorijos, kuriose krinta nešančiųjų raketų nuolaužos, yra arktinėse ir subarktinėse klimatinėse zonose. Todėl cheminiai teršalai dirvožemyje dešimtmečiais išlieka nepakitę [9].

Kai kurių apdirbamosios pramonės įmonių technologiniai įrenginiai – metalų, odos ruošinių presai, metalo lakštų pjovimo žirklės, medienos mechaninio apdorojimo, verpimo, audimo staklės, gelžbetonio tankinimo įrenginiai, oro slėgio kompresoriai – **skleidžia intensyvų akustinį triukšmą.**

Chemijos, naftos perdirbimo, odos, kailių apdorojimo, popieriaus, maistinio kazeino gamybos, mėsos pramonės, tekstilės, trikotažo, metalų apdirbimo įmonėse susidaro **užterštų technologinių nuotekų.** Chemijos pramonės įmonių nuotekose yra organinių dažiklių, chlorintųjų angliavandenilių. Celiuliozės gamybos įmonių nuotekose yra sieros rūgšties, metilo alkoholio, kumolo, furfurolo. Bendras nuotekų kiekis – 1 000 m^3, jis susidaro, pagaminus 1 toną celiuliozės. Tekstilės įmonių nuotekos užterštos dažikliais, paviršiaus aktyviosiomis medžiagomis; kailių pramonės įmonių nuotekose yra chromo, sieros junginių, skendinčiųjų dalelių; maistinio kazeino gamybos nuotekų pH 4,5–5,5, jos yra sunkiai išvalomos, metalų galvaninio padengimo nuotekos yra užterštos sunkiųjų metalų (chromo, nikelio, kobalto) druskomis, jose yra neorganinių rūgščių, kitų pavojingų aplinkai ir kenksmingų žmogaus organizmui cheminių medžiagų. Maisto pramonės įmonėse, apdorojant 1 toną žaliavos, susidaro tokių nuotekų: pieno pramonės įmonėse – 0,5–3,0 m^3, žuvies apdorojimo įmonėse – 0,4–1,2 m^3, cukraus gamybos įmonėse – 0,5–1,0 m^3, skerdyklose (1 galvijui apdoroti) – 0,3–0,9 m^3, pagaminus 100 butelių gaiviųjų gėrimų – 1,9 m^3.

3. Technogeninės taršos veiksniai ir jų poveikis visuomenės sveikatai

3.1. Aplinkos komponentų cheminė tarša, jos rizika visuomenės sveikatai

Aplinkos oro tarša vadinama bet kurių medžiagų priemaišos, cheminiai ir fizikiniai procesai, darantys žalą sveikatai. Aplinkos chemine tarša laikomas bet kurių kietųjų, dujinių, skystųjų medžiagų patekimas į aplinkos komponentus, kai patekę į aplinką teršalai gali daryti neigiamą poveikį žmonėms, augalijai ir gyvūnijai. Nigerijos mokslininkas Sunday Ayoola Oke, apžvelgdamas globalines aplinkos kokybės problemas, jos teršimo priežastis suskirstė į tokias tris grupes: gamtines, antropogenines ir mišrias. Prie pastarųjų autorius priskyrė tik tuos antropogeninių teršalų patekimo į aplinką atvejus, kurie yra susiję su anomaliniais reiškiniais gamtoje [113]. Technogeninių avarijų priežastimi neretai būna žemės drebėjimai, viesulai, štormai jūrose ir kt. Kita vertus, ūkinės veiklos padaryta žala gamtai ilgainiui gali lemti natūraliosios taršos židinių atsiradimą. Dėl miškų iškirtimo Afrikos žemyne aplinkos oras dideliais atstumais teršiamas iš Sacharos dykumos kylančiomis smėlio audrų dulkėmis.

Lietuvos aplinkos oro kokybė tiriama nustatant apie 20 cheminių teršalų koncentracijų dydžius, tarp jų – azoto oksidų, sieros dioksido, anglies viendeginio, kietųjų dalelių ir kt. Šalyje veikia foninės aplinkos oro kokybės monitoringo stotys Preiloje ir šalies nacionaliniuose parkuose. Nuo 1993 m. vyksta stratosferos ozono sluoksnio stebėjimai. Lietuvos ekologinio monitoringo sistemoje funkcionuoja Ignalinos atominės elektrinės regiono ir visos šalies radioekologinis monitoringas, kuris apima oro, vandens, dirvožemio, vandens telkinių nuosėdų ir kai kurių biotos komponentų radiacinio užterštumo stebėjimus. Pagal aplinkos oro radioekologinio monitoringo programą vertinama gama spinduliuotės dozės galia, atliekami radiologiniai aerozolių ir radiologiniai kritulių tyrimai.

Remiantis praėjusio amžiaus daugelio metų statistiniais duomenimis, buvo registruojama tokia Lietuvos stacionarių aplinkos oro taršos šaltinių **išmetamųjų teršalų struktūra:** kietosios dalelės sudarė 13,5 % visų į aplinkos orą išmetamų antropogeninių teršalų, sieros dioksido – 47,0 %, azoto oksidų – 6,8 %, anglies viendeginio – 13,1 %, angliavandenilių – 16,3 %, kitiems teršalams tekdavo 3,3 % visų išmetamų teršalų. Tačiau laikui bėgant, aplinkos oro teršalų struktūroje vyksta esminiai pokyčiai. Keičiantis degalų ir kuro pasirinkimo prioritetams, didėja išmetamų azoto oksidų kiekiai, o bendruose išmetaluose mažėja sieros dioksido. Aplinkos ministerijos duomenimis, per laikotarpį nuo 1995 m. iki 2003 m. į aplinkos orą iš visų taršos šaltinių

išmetamo sieros dioksido kiekiai sumažėjo perpus. Azoto oksidų išmetamasis kiekis, dar 2000 m. pralenkęs sieros dioksido emisiją, kasmet tolygiai didėja. Taip pat nuolat daugėja išmetamų lakiųjų organinių junginių [114].

Išnagrinėjus pagrindinių aplinkos oro teršalų koncentracijų vidutinių metinių matavimų Vilniaus Žvėryno, Žirmūnų gyvenamuosiuose rajonuose ir Senamiestyje duomenis, nustatyta, kad koncentracijų dydžiai buvo mažesni nei didžiausi ribiniai paros dydžiai. Sieros dioksido koncentracijų dydžiai svyravo 6,1–6,9 $\mu g/m^3$. Nepalankiomis meteorologinėmis sąlygomis azoto oksido vienos valandos koncentracijos dydis Žirmūnuose viršijo leistinąją 4,9 karto, Žvėryne – 1,7 karto. Oro užterštumas azoto dioksidu Žirmūnuose leistinąjį dydį viršijo 3,3 karto. Teršalų 24 val. koncentracijos buvo 3,9–8,5 karto didesnės nei vidutinės paros leistinieji dydžiai. Senamiestyje kietųjų dalelių vidutinė metinė koncentracija sudarė 28,7 $\mu g/m^3$, didžiausioji valandos – 199,8 $\mu g/m^3$, didžiausioji paros – 129,0 $\mu g/m^3$ [115].

J. Kameneckas išnagrinėjo Kauno miesto skirtingų mikrorajonų aplinkos oro užterštumą ir gyventojų pasiskirstymą pagal teršalų keliamą pavojų jų sveikatai. Įvertinęs kompleksinį aplinkos oro užterštumo indeksą, autorius padarė išvadą, kad pavojingo užterštumo zonose 1993–2000 m. gyveno 85–100 % Kauno miesto Centro, Šančių, Petrašiūnų, Palemono ir Sargėnų gyventojų. Padidėjusią atmosferos pažemio sluoksnio užtaršą lėmė automobilių transportas, Petrašiūnų ir Kauno elektrinės, Palemono bei Sargėnų keramikos įmonės. Remiantis autoriaus pateiktais duomenimis, dulkių bei azoto oksidų koncentracija skirtinguose miesto mikrorajonuose jos ribinę vertę viršijo 1,25–1,9 karto, formaldehido ir ozono koncentracijos ribinius dydžius viršijo 1,5–2,0 kartus [116].

Vykdant skystųjų ir biriųjų trąšų krovos darbus Klaipėdos valstybiniame jūrų uoste, aplinkos oras teršiamas amoniako dujomis ir fosforo rūgšties aerozoliu. Atlikus aplinkos oro kokybės tyrimus krovos darbų metu, nustatyta, kad teršalų koncentracijos oro mėginiuose 1,1–2,2 karto viršijo ribinius dydžius [117].

Į Šiaulių aplinkos orą iš stacionarių taršos šaltinių 2003 m. buvo išmesta iš viso 1,3 tūkst. t teršalų, iš to skaičiaus 344 t anglies monoksido, 160 t azoto oksidų, 5,4 t sieros dioksido. Anglies monoksido vienkartinės koncentracijos dydžiai svyravo tarp 0,5 ir 5,8 mg/m^3, azoto dioksido – tarp 5 ir 84 $\mu g/m^3$, azoto oksido – nuo 3 iki 495 $\mu g/m^3$, sieros dioksido – nuo 1,5 iki 12 $\mu g/m^3$, ozono – nuo 22 iki 134 $\mu g/m^3$. Suskirsčius Šiaulių miesto teritoriją pagal teršalų koncentracijų dydžius, paaiškėjo, kad 51 % miesto teritorijos aplinkos ore anglies monoksido koncentracijos vertė siekė 0,8–1,4 mg/m^3 [118].

Vilniaus miesto aplinkos oro užterštumas per dešimt pastarųjų stebėjimo metu (palyginus pirmųjų ir paskutinių penkerių metų oro užterštumo vidurkius) sumažėjo 2,1 karto, Kauno mieste – 4 kartus. Remiantis Aplinkos ministerijos Aplinkos apsaugos agentūros duomenimis, **azoto dvideginio** maksimali 1 val. koncentracija 2003 m. viršijo ribinę tik Vilniaus Žirmūnų gyvenamojo rajono ir Jonavos miesto aplinkos

oro kokybės monitoringo vietose. Sieros dioksido koncentracija 2003 m. buvo nuolat matuojama septyniose aplinkos oro užterštumo stebėsenos stotyse. Nė vienoje stotyje šio teršalo koncentracijos ribinė vertė nebuvo viršyta [114].

2004 m. matavimų duomenimis, didžiausia azoto dioksido koncentracija Vilniaus ir Kauno miestuose šalia judriųjų gatvių siekė 31–39 $\mu g/m^3$, vidutinė koncentracija svyravo tarp 20 ir 30 $\mu g/m^3$. Azoto dioksido koncentracija visose stebėjimo vietose neviršijo 2004 m. galiojusios vidutinės metinės ribinės vertės – 50 $\mu g/m^3$ ir 2010 m. įsigaliosiančios ribinės vertės – 40 $\mu g/m^3$ [30].

Vadovaujantis didžiųjų miestų oro kokybės monitoringo duomenimis, kai kuriuose oro užtaršos stebėjimo vietose ribinę vertę viršijo kietųjų dalelių koncentraciją. Atlikus dvejų metų šio oro teršalo tyrimus Vilniaus miesto Žvėryno mikrorajone, nustatyta, kad pavasario mėnesiais dulkių koncentracija 1,5 m aukštyje nuo žemės paviršiaus jos ribinę vertę viršijo 1,08–1,32 karto. Kietųjų dalelių kiekiui aplinkos ore įtaką turėjo automobilių eismas, gatvių važiuojamosios dalies dangos būklė, statinių griovimo ir statybos darbai, įmonių išmetamieji teršalai. Konstatuota, kad kietųjų dalelių koncentracija, išmatuota 1,5 m aukštyje, buvo didesnė nei aplinkos oro kokybės stebėjimo vietoje, kuri yra 4 m aukštyje nuo žemės paviršiaus [119].

Kietosiomis dalelėmis daugiausiai užterštas Naujosios Akmenės aplinkos oras – didžiausios šio teršalo koncentracijos vertės skirtingais matavimo metais siekė 0,8–4,0 mg/m^3, Jonavos miesto aplinkos ore – 0,5–1,4 mg/m^3, Kėdainių miesto aplinkos ore – 0,7–1,9 mg/m^3.

Ozono koncentracija tiktai pavieniais atvejais viršijo 8 val. siektiną koncentracijos vertę, tačiau nebuvo didesnė už vienos valandos informavimo ribinę vertę (180 $\mu g/m^3$) ir skelbiamo pavojaus slenksčio dydį (240 $\mu g/m^3$).

Kietųjų dalelių, kurių skersmuo ne didesnis kaip 10 µm (KD_{10}), koncentracija aplinkos ore Lietuvoje pradėta matuoti 2003 m. Palyginti su dvylikos aplinkos monitoringo stočių duomenimis, KD_{10} koncentracijos viršijo ribines vertes (RV) kartu su lestinuoju nuokrypio (*LN*) dydžiu ($RV + LN = 63\ \mu g/m^3$) Vilniaus Žirmūnų ir Žvėryno mikrorajonuose, Klaipėdos vakarinėje dalyje, Jonavoje ir Kėdainiuose. Smulkiųjų kietųjų dalelių ribinių koncentracijų verčių viršijimas yra siejamas su autotransporto, stambiųjų pramonės įmonių išmetamųjų teršalų, taip pat su privačių namų valdų šilumos gamybos įrangos poveikiu aplinkos oro kokybei. Pažymėtina, kad pradedant nuo 2005 m., kietųjų dalelių KD_{10} vidutinis paros ribinis koncentracijos dydis (50 $\mu g/m^3$) neturi būti viršytas dažniau nei 35 kartus per metus netaikant leistinojo ribinės koncentracijos nuokrypio. Tokiomis norminimo sąlygomis kietųjų dalelių KD_{10} ribinė koncentracija 2003 m. buvo viršyta Vilniaus Lazdynų mikrorajone, Kėdainių, Naujosios Akmenės bei Mažeikių miestų aplinkos ore [114].

Miestų oro užtarša dulkėmis didėja pavasario ir vasaros mėnesiais. Lietuvos miestuose oro dulkėtumas pavasarį 1,6–2 kartus didesnis nei žiemą. Toks oro užterštumo kietosiomis dalelėmis skirtumas iš dalies paaiškinamas nepatenkinama miesto gatvių

priežiūra. Gatvių priežiūros įmonės laiku nepašalina gatvių važiuojamojoje dalyje per žiemos mėnesius susikaupusio smėlio, kuris saulėtomis, vėjuotomis pavasario dienomis pakyla į orą. Siūloma miestų gatvių važiuojamosios dalies bei šaligatvių slidumui mažinti vietoje druskų ir smėlio mišinio naudoti skystuosius druskų preparatus. Suodžių aplinkos ore žiemą yra 3–4 kartus daugiau nei šiltuoju metų laikotarpiu. Sieros dvideginio koncentracijos vertė žiemos mėnesiais 1,3–1,4 karto didesnė nei vasarą, o azoto oksidų koncentracijos skirtingais metų sezonais mažai tesiskiria. Dienos valandomis aplinkos oro užterštumas visuomet yra didesnis nei naktį.

Dauguma cheminių medžiagų ir aerobinių mikroorganizmų, dalyvaujančių organinių medžiagų puvimo procesuose, gyvybinės veiklos dujiniai produktai **skleidžia į aplinką nemalonius kvapus**. Aplinkos orą nemaloniais kvapais teršia cheminės sintezės, odos, kailių apdirbimo, baldų, celiuliozės ir popieriaus gamybos, tekstilės, mėsos įmonės, paukštynai, gyvulininkystės kompleksai, skerdyklos, nuotekų valymo įrenginiai, sąvartynai, dujų perpylimo ir paskirstymo stotys. Pašalinius kvapus skleidžia alaus daryklos, kepyklos, kitos maisto produktų įmonės, degalinės, skystuoju kuru kūrenamos mažos katilinės. Pašaliniai oro kvapai, siekiantys gyvenamąją aplinką, sukelia gyventojų diskomfortą, nepasitenkinimą gyvenimo sąlygomis ir jo kokybe. Pažymėtina, kad žmonės pašalinių oro kvapų neskirsto į malonius ir nemalonius, juos gali dirginti bet kurie pašaliniai kvapai.

Oro kvapai tiriami jutiminiais, olfaktometrijos (kvapų stiprumo matavimo), cheminės analizės ir fizikiniais cheminių medžiagų, sukeliančių kvapus, tyrimo metodais, tarp jų – dujų chromatografijos ir masės spektroskopijos analizės metodais. Tiriant kvapą oro ar vandens mėginyje cheminiais bei fizikiniais analizės metodais, ne visada įmanoma nustatyti jį sukeliančios cheminės medžiagos koncentracijos dydį. Kai kurių kvapiųjų cheminių medžiagų kvapas užuodžiamas joms nepasiekus koncentracijų, kurias įmanoma nustatyti turimais tyrimo metodais. Neretai pasitaiko atvejų, kai pašalinis oro kvapas sukeliamas lakiųjų cheminių medžiagų mišinio. Dėl to dar labiau apsunkinamas cheminių medžiagų, sukeliančių kvapus, identifikavimas ir kvapų šaltinių nustatymas. Todėl kvapų kokybei tirti būtina taikyti ir olfaktometrijos metodą.

Reguliuojant kvapus, taikomos kokybinio reguliavimo schemos, kurios apskritai nustato aplinkos kokybės reikalavimus, taip pat taikomos kiekybinio reguliavimo schemos, nusakančios gyvenamosios aplinkos kokybės kriterijus. **Aplinkos oro kvapams vertinti taikomi tokie kriterijai:** kvapo intensyvumas (skirtingose šalyse naudojamos skirtingos kvapo intensyvumo skalės), ribiniai dydžiai, lygiai, kvapą skleidžiančios cheminės medžiagos koncentracija, kvapo sklidimo dažnis ir jo poveikio trukmė.

Kai kuriose šalyse kvapai ribojami vykdant tam tikrų sričių ūkinę veiklą (gyvulių auginimas, skerdimas, skerdienos apdorojimas ir kt.), dažniausiai išsiskiriantys kvapai (ribojamas kvapo emisijos lygis), nustatomas minimalus pakankamas atstumas nuo

objektų iki gyvenamųjų namų, vertinamos kvapų emisijos licencijuojant tam tikrą ūkinę veiklą. Svarbūs faktoriai, apibūdinant kvapo keliamą nemalonų pojūtį, žmonių suerzinimą, yra kvapo pobūdis ir jo patvarumas.

Daugelyje Europos šalių, taip pat Japonijoje, Australijoje, Naujojoje Zelandijoje suformuota ir įgyvendinama aplinkos oro kvapų valdymo politika, priimti teisės aktai, reguliuojantys aplinkos oro kvapus, susijusius su ūkine (žemės ūkio ir pramonės įmonių) veikla. Europos ir kitų pasaulio šalių teisės aktuose (įstatymuose, veiksmų planuose ir programose, taisyklėse, standartuose, instrukcijose, metodikų taikymo vadovuose, kvapų sklaidos modeliavimo programose) įrašytos teisės normos ir reikalavimai, susiję su aplinkos oro teršimo kvapais mažinimu arba jų vengimu.

Lietuvoje, įgyvendinus Europos standartą *EN*13725 „*Air quality – Determination of odour concentration by dynamic olfactometry*“ („Oro kokybė. Kvapo koncentracijos nustatymas dinaminės olfaktometrijos metodu“), kurį parėmė 18 Europos šalių, aplinkos oro pašalinio kvapo vertinimo vienetu laikomas 1 ou_E/m^3. Parametro matavimo įprastinės ribos – nuo 1 ou_E/m^3 iki 10^7 ou_E/m^3. Tuo vienetu daugiausia vertinami cheminių medžiagų mišinių kvapai. Grynų medžiagų, skleidžiančių kvapus, koncentracijos matuojamos mg/m^3.

Lietuvoje atlikta nemažai **dirvožemio užterštumo sunkiaisiais metalais** tyrimų (3.1 lentelė).

3.1 lentelė. Sunkiųjų metalų koncentracija Lietuvos regionų paviršiniame dirvožemio [112]

Regionas	Vidutinė koncentracijos vertė, mg/kg						
	Cr	Cd	Pb	Ni	Cu	Zn	Fe
Vakarų Lietuva	10,2	0,48	14,1	9,4	5,3	37,2	7331
Vidurio Lietuva	11,4	0,63	13,7	10,9	7,0	31,0	7754
Rytų Lietuva	7,9	0,49	10,9	7,4	5,0	23,5	5687

3.1 lentelėje nurodytos sunkiųjų metalų koncentracijos nesiekia visuomenės sveikatai saugių ribinių verčių. Tačiau iš Aplinkos ministerijos pateiktų duomenų, susijusių su sunkiųjų metalų vidutinėmis koncentracijomis Lietuvos miestų grunte, matyti, kad arseno, bario, chromo, mangano, molibdeno, švino, alavo ir cinko kiekiai viršijo išvardytų metalų foninius kiekius gamtiniuose Lietuvos dirvožemiuose. Šalia Mažeikių naftos perdirbimo įmonės vanadžio koncentracijų vertės didesnės nei foninė šio metalo koncentracija. Naujosios Akmenės cemento įmonės teritorijos dirvožemyje nikelio bei chromo koncentracija yra didesnė nei foninė. Lietuvos geologijos tarnyba nuo 1999 m. kuria elektroninę informacijos sistemą „Geologinės aplinkos taršos židiniai“. Šioje sistemoje sukaupta duomenų apie daugiau kaip 3 tūkst. potencialių antropogeninių geologinių aplinkos židinių, iš to skaičiaus 927 židiniai yra susiję su potencialia naftos produktų tarša, 974 – su pesticidų tarša [30].

Kai kurių Lietuvos vietovių žemės ūkio naudmenų **dirvožemis užterštas patvariųjų pesticidų** (simazino, prometrino, granozano, aldrino, DDT, kitų chloro organinių pesticidų) likučiais. Aplinkos ministerijos Aplinkos apsaugos agentūra 2002–2003 m. organizavo 31 geologinio pesticidų taršos židinio (pesticidų sandėlių, teritorijų aplink sandėlius) tyrimus. Paimtuose dirvožemio, grunto, šulinių ir paviršinių vandens telkinių vandens bandiniuose tirti 43 pesticidų kiekiai. Chloro organinių pesticidų kiekis atskirų teritorijų dirvožemyje siekė 423,3–505,2 mg/kg, triazino kiekis – 57,0–97,2 mg/kg, fosforo organinių pesticidų – 1,9–3,9 mg/kg. Nustatyta, kad pagal translokacinį limituojantį požymį pesticidų sandėlių teritorijose chloro organinių ir triazininių pesticidų koncentracijos ribinius dydžius viršijo nuo kelių šimtų iki keliolikos tūkstančių kartų [30].

A. Stepanovskich [4] cituojamais duomenimis, per 1947 m. šešis mėnesius (nuo birželio iki gruodžio) vien sovietinė kariuomenė **Baltijos jūroje paskandino** 35 000 tonų cheminio ginklo bombų, sviedinių ir statinių. Viena cheminio ginklo paskandinimo vieta yra 65–70 mylių į pietvakarius nuo Liepojos, čia paskandinta 5 000 tonų. Kita cheminio ginklo deponavimo vieta yra į šiaurės pusę nuo Danijai priklausančios salos Bornholm, prie kurios jūroje palaidotos 30 000 tonos cheminio ginklo. Tačiau nurodytas į Baltijos jūrą išmestų pavojingųjų teršalų kiekis sudaro tik 13 % visų kovinių cheminių preparatų kiekio. Cheminiai ginklai palaidoti apie 100 m gylyje, 2 tūkst. km^2 plote. Dėl antihitlerinės koalicijos šalių kariuomenės veiksmų Baltijos jūros dugne atsidūrė apie 600 000 cheminio ginklo vienetų su toksiškomis cheminėmis medžiagomis: ipritu, adamsitu, chloracetonu, difenolchlorarsinu, cianidais ir kt.

Aplinkos oro cheminio užterštumo rizika visuomenės sveikatai priklauso nuo teršalo (teršalų) pavojingumo, jų koncentracijos vertės, poveikio trukmės, paveiktos (ekspozicinės) žmonių grupės demografinių ir sveikatos būklės rodiklių. Aplinkos oro teršalų sąlyginės rizikos (*relative risk*) sveikatai laipsnis nustatomas įvertinus funkciją dozė–atsakas (*dose-respond*), t. y. tiriami žmonių grupės (bendruomenės) sveikatos pokyčiai, atsižvelgus į aplinkos teršalo ekspozicijos lygį. Turint aplinkos oro užtaršos ilgalaikio stebėjimo duomenis, teršalų ekspozicijai nustatyti vertinama vidutinė ilgalaikė teršalų poveikio trukmė, buvimo užterštoje aplinkoje paros valandų skaičius, įkvėpto per tą laiką oro tūris, vaikų (tarp jų – ikimokyklinio amžiaus) ir suaugusių gyventojų vidutinė kūno masė.

Tobulėjant teisės aktams, ribojantiems aplinkos teršimą, technogeninių išmetalų į aplinką valymo įrangai, įgyvendinant švaresnes, aplinkai nekenksmingas technologijas, teršalų koncentracijų vertės aplinkoje dažniausiai nesiekia pavojingo ekosistemoms ir žmonių gyvybei lygio. Todėl dabartiniu metu mokslininkai ypatingą dėmesį skiria mažų cheminių teršalų koncentracijų nespecifiniam poveikiui nagrinėti. Tokiam poveikiui ypač jautrios yra gyventojų grupės – senyvo amžiaus žmonės, silpnos sveikatos asmenys, nėščios, neseniai pagimdžiusios, kūdikius žindančios moterys, nau-

jagimiai, kūdikiai iki vienerių metų amžiaus, ligoniai, sergantys alerginėmis ligomis. Jautriomis aplinkos technogeninės cheminės taršos poveikiui laikomos saugomos, rekreacinės, gyvenamosios teritorijos, kurortinės vietovės, taip pat vaikų ugdymo, mokymo, asmens sveikatos priežiūros, socialinės globos įstaigos, sporto įrenginiai, kai kurios įmonės (maisto, farmacijos, elektronikos, tiksliosios mechanikos ir kt.).

Norint įvertinti aplinkos komponentų technogeninės taršos riziką (aplinkos taršos rizika) visuomenės sveikatai, turi būti sukaupta pakankamai informacijos, susijusios su aplinkos komponentų veiksniais, taip pat su taršos eksponuojamos visuomenės demografiniais ir sveikatos statistikos duomenimis.

Aplinkos taršos rizikos visuomenės sveikatai **vertinimo procesas suskirstomas į tris nuoseklius etapus** – rizikos **identifikavimo**, rizikos **veiksnių tyrimo** ir jų **poveikio vertinimo.**

Aplinkos taršos **rizikai visuomenės sveikatai identifikuoti reikalingi tokie duomenys:**

- cheminių teršalų fizikinės ir cheminės savybės, toksikologiniai duomenys, (ūmus, lėtinis, nespecifinis, specifinis dirginanamasis, jautrinanamasis, kancerogeninis, mutageninis, toksiškas reprodukcijai, fibrogeninis poveikis);
- kelių cheminių teršalų bendro poveikio žmogaus organizmui ypatumai (suminis, sinerginis, potencinis, antagonistinis poveikis), prioritetinis cheminis teršalas.

Aplinkos taršos **rizikos tyrimo etapu renkami tokie duomenys:**

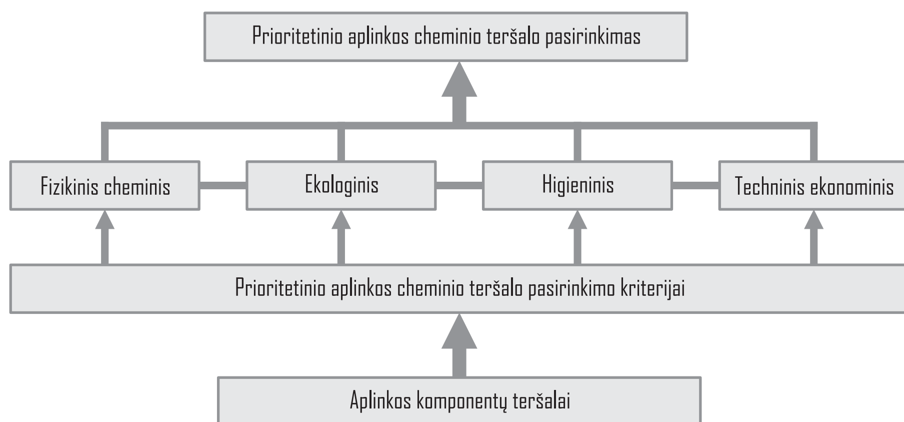
- **teršalų šaltiniai**, teršalų išmetimo į aplinką vietos, jų atstumai iki gyvenamosios aplinkos, teršalų išmetimo trukmė, periodiškumas, jų sklaidos aplinkoje sąlygos, pasklidimo plotai;
- cheminių teršalų migracija, **biokoncentracija**, **biokumuliacija**, **skaidymasis** aplinkoje, **translokacija** iš dirvožemio į augalus;
- **teršalų koncentracijų** dydžiai aplinkos komponentuose pagal atskirų, periodinių matavimų arba monitoringo duomenis, koncentracijų verčių pokyčių tendencijos ir dėsningi pokyčiai;
- aplinkos teršalų **pasklidimo** nagrinėjamoje teritorijoje (technogeninio poveikio) **ribos** pagal geografines vietovės koordinates;
- **labiausiai užterštų vietų**, „karštųjų taškų“ (publikacijose ir oficialiuose dokumentuose anglų kalba – *hot spots*) nustatymas;
- **teršalų sklaidos (migracijos)** aplinkos komponentuose apskaičiavimo ir modeliavimo duomenys;
- **individuali ir kolektyvinė** aplinkos teršalo (kelių teršalų) ekspozicija arba **technogeninė apkrova** (teršalų, patenkančių į žmogaus organizmą iš skirtingų aplinkos komponentų, vartojamų produktų ir skirtingais patekimo keliais įvertinimas);

- **bendrieji duomenys apie ekspozicinę visuomenę** (žmonių skaičius, sudėtis pagal amžių, lytį, gyvenimo laikotarpį dėl taršos poveikio, užimtumas, profesiniai veiksniai, socialinės ekonominės sąlygos, gyvenimo kokybė, mitybos papročiai, higieninis išprusimas, žalingų įpročių paplitimas);
- **duomenys apie visuomenės sveikatą** (apsigimimai, naujagimių kūno masė, kūdikių fizinis ir psichinis išsivystymas, vaikų ir suaugusiųjų sergamumas, sergamumas užkrečiamosiomis ligomis, pirminio neįgalumo ir mirtingumo priežastys, gyventojų požiūris į savo sveikatos būklę ir jos sutrikimų galimas priežastis);
- **dalinio ar visiško darbingumo netekimo priežastys** (profesinė liga, lėtinė liga, trauma ir kt.).

Daugybės cheminių medžiagų naudojimas ūkinėje veikloje lėmė tai, kad į aplinkos komponentus vienu ir tuo pačiu laiku patenka keli, kartais keliasdešimt teršalų. Todėl vertinant cheminės taršos riziką visuomenės sveikatai **svarbu pasirinkti prioritetinius aplinkos teršalus.** Pasirenkant poveikio visuomenės sveikatai požiūriu prioritetinius teršalus, galima vadovautis keturių grupių kriterijais (3.1 pav.).

Prioritetinio poveikio visuomenės sveikatai požiūriu aplinkos cheminio teršalo nustatymo tikslai yra tokie:

- **prevencijos priemonių pagrindimas** ir atitinkamų veiksmų sutelkimas apsaugoti nuo didžiausią riziką žmonių sveikatai keliančio teršalo ar kelių teršalų, pasižyminčių panašiu ar suminiu nepalankiu poveikiu;
- **ūkinės veiklos,** susijusios su prioritetiniu cheminiu teršalu, plėtros ar atitinkamos cheminės medžiagos ir jos turinčio preparato naudojimo **ribojimo pagrindimas;**
- **prioritetinių** visuomenės sveikatos priežiūros **teisės aktų**, susijusių su didžiausia rizika žmonių sveikatai keliančiu teršalu (keliais teršalais), **rengimas.**



3.1 pav. Prioritetinio aplinkos teršalo pasirinkimo rizikos visuomenės sveikatai požiūriu schema

Pagal 3.1 pav. pateiktą schemą prioritetinio aplinkos cheminio teršalo pasirinkimo kriterijai suskirstyti į keturias grupes. Duomenys apie kriterijų parametrus pateikti 3.2 lentelėje.

3.2 lentelė. Prioritetinio aplinkos cheminio teršalo pasirinkimo kriterijų grupių parametrai

Kriterijų grupės ir parametrai			
fizikiniai cheminiai	ekologiniai	higieniniai	techniniai ekonominiai
Teršalo patekimo į aplinką agregatinė būsena, lakumas, tirpumas vandenyje, cheminis aktyvumas aplinkoje, reakcija į saulės spinduliuotės poveikį (fotocheminis efektas)	Teršalo patekimo į aplinką būdas (organizuotas, neorganizuotas, taškinis, paskleistasis, linijinis), migracinis ir translokacinis aktyvumas, transformacijos aplinkoje ypatumai, kaupimasis mitybos grandinėse, skilimas aplinkoje, fitotoksiškumas, toksiškumas gyvūnams	Toksiškumas žmogaus organizmui, patekimo į organizmą būdas, kumuliacija, transformacijos produktai, specifinis, nespecifinis, ūminis, lėtinis atokus poveikis, higieninį reglamentavimą limituojantis veiksnys (toksikologinis, specifinis, juslinis, translokacinis ir kt.), kelių teršalų poveikio pobūdis (suminis, potencinis, sinergetinis)	Cheminės medžiagos metinė apyvarta, paplitimas, ekonominė naudojimo sritis ir sąlygos, naudojimo apribojimai, patekimo galimybės į aplinkos komponentus, žmonių sąlyčio galimybės su teršalu (darbo, gyvenamojoje aplinkoje ir kt.)

Pasirenkant pagal 3.2 lentelėje nurodytus kriterijus prioritetinius aplinkos teršalus, **pirmenybė suteikiama higieninio kriterijaus parametrams,** lemiantiems poveikį visuomenės sveikatai. Vėliau vertinami ekologinių, techninių ekonominių ir fizikinių cheminių grupių parametrai. 3.1 pav. ir 3.2 lentelėje pateikta prioritetinio aplinkos teršalo kriterijų analizė yra susijusi su nemaža informacijos apimtimi, kuriai sukaupti reikia laiko. Todėl preliminariai apie aplinkos oro teršalo prioritetinę reikšmę galima spręsti padalijus jo į atmosferą išmetamą kiekį per metus (M) tonomis iš ribinės vertės aplinkos ore (RV) mg/m^3.

Chemine tarša **užteršto vandens poveikio rizika sveikatai** yra susijusi su cheminių medžiagų patekimu į žmogaus organizmą su geriamuoju vandeniu ir (arba) maistu. Pasaulinėje literatūroje aprašyti masiniai žmonių apsinuodijimo organiniais gyvsidabrio junginiais, tarp jų – metilgyvsidabriu, kuriuo daugelį metų buvo teršiama Japonijos jūros įlanka. Gyvsidabrio biokumuliacija labiausiai pasižymi vandens

organizmai. Todėl tūkstančiai žmonių, gyvenusių įlankos pakrantėje, sunkiai apsinuodijo, vartodami užterštą žuvies mėsą. Apsinuodijimas organinio gyvsidabrio junginiu (metilo gyvsidabriu), kuris į žmonių organizmą patekdavo per mitybos grandį, buvo pavadintas *Minamatos liga*. Pagrindiniai ligos požymiai – sutrikusi apsinuodijusių žmonių psichika, atsilikęs vaikų vystymasis, apsigimimai. Mūsų šalyje pasitaiko kūdikių apsinuodijimų šulinių vandenyje esančiais nitratais. Nustatyta, kad žmogaus organizme nitratai yra redukuojami, dėlto susidaro nitroziljonai:



$$NO^{2-} + H^{+} \leftrightarrow NO^{+} + OH^{-}. \qquad (3.1)$$

Nitroziljonai, oksiduodami hemoglobino geležį Fe(II), ją paverčia trivalente geležimi Fe(III):



$$Fe^{2+} + NO^{+} \rightarrow Fe^{3+} + NO. \qquad (3.2)$$

Trivalenties geležies junginys su kraujo baltymu hemoglobinu vadinamas methemoglobinu, o šio junginio buvimas kraujyje − methemoglobinemija. Trivalentės geležies jonas nesugeba jungtis su įkvepiamu iš aplinkos oro deguonimi, todėl atsiranda deguonies nepakankamumo reiškiniai, tarp jų – labiausiai matoma apsinuodijusio žmogaus (dažniausiai naujagimio) lūpų cianozė (pamėlynijimas). Kai 60–80 % hemoglobino dvivalentės geležies pavirsta trivalente, apsinuodijimas baigiasi mirtimi. Liga paprastai išsivysto, kai nitratų koncentracija iškastinio šulinio vandenyje viršija 90 mg/*l*, tačiau pasitaiko methemoglobinemijos atvejų, kai nitratų kiekis vandenyje siekia 50 mg/*l*. Pasaulio sveikatos organizacijos duomenimis, methemoglobinemijos atvejai registruojami Centrinės Europos ir Balkanų šalyse. Lietuvoje 1995–2000 m. diagnozuoti 34 methemoglobinemijos atvejai, dažniausiai sirgo 1–2 mėnesių kūdikiai, iš kurių vienas kūdikis mirė. Į kūdikių organizmą nitratai patekdavo su maitinimo mišiniais, praskiestais šulinių vandeniu. Nustatyta, kad kūdikių organizmas labai jautrus nitratų poveikiui dėl jų organizmo nepakankamų adaptacijos savybių (mažo skrandžio sulčių rūgštingumo, neišvystytos fermentų sistemos). Jų kraujo hemoglobinas daug jautresnis nitratų poveikiui nei vyresnio amžiaus vaikų hemoglobinas [120]. Nitritai, patekę į skrandį, dėl skrandžio sulčių poveikio virsta nitrozaminais, turinčiais mutageninių savybių.

Žmogaus organizmui kenksmingosios cheminės medžiagos patekimo su užterštu vandeniu ekspoziciją galima apskaičiuoti pagal (3.3) lygtį:

$$E_X = \frac{C_W \cdot IR \cdot ER \cdot ED}{BW \cdot AT}, \qquad (3.3)$$

čia: E_x – cheminio vandens teršalo poveikio ekspozicija, mg/kg per parą; C_W – cheminio teršalo koncentracija geriamajame vandenyje, mg/*l*; *IR* – geriamojo vandens

suvartojamas kiekis, *l*/parą; *ER* – poveikio dažnis, dienų skaičius per metus; *ED* – poveikio trukmė, metų skaičius; *BW* – vandens vartotojo kūno masė, kg; *AT* – ekspozicijos vidurkinimo periodas; nekancerogenų *AT* lygus *ED* · 365, kancerogenų – 70 · 365.

Aplinkos taršos rizikos vertinimo etapu nagrinėjama, ar aplinkos taršos eksponuojamų gyventojų sveikatos sutrikimai yra susiję su aplinkos teršalų poveikiu. Tuo tikslu pasirenkamos pakankamų imčių, analogiškos demografinės sudėties ekspozicinė ir neekspozicinė gyventojų grupės. Tuo atveju, kai nepavyksta pasirinkti analogiškų demografiniu požiūriu lyginamųjų gyventojų grupių, atliekama jų demografinių rodiklių standartizacija.

Visa surinkta **informacija apdorojama taikant** Aplinkos sveikatos informacijos procesinio taikymo sistemą ***EHIPS* (*Environmental Health Information Processing System*).** Pagal *EHIPS* sistemos „aplinka–sveikata“ koncepciją, rizikai vertinti galima taikyti į aplinkos orą išmetamų teršalų sklaidos modeliavimo, jų ekspozicijos ir rizikos skaičiavimo modelius. Taip pat taikant *EHIPS* sistemą, galima bendroje kompiuterinėje programoje sujungti koreliacinę-regresinę, daugelio kintamųjų verčių bei aplinkos taršos matavimų ir sklaidos duomenų lyginamąją analizę.

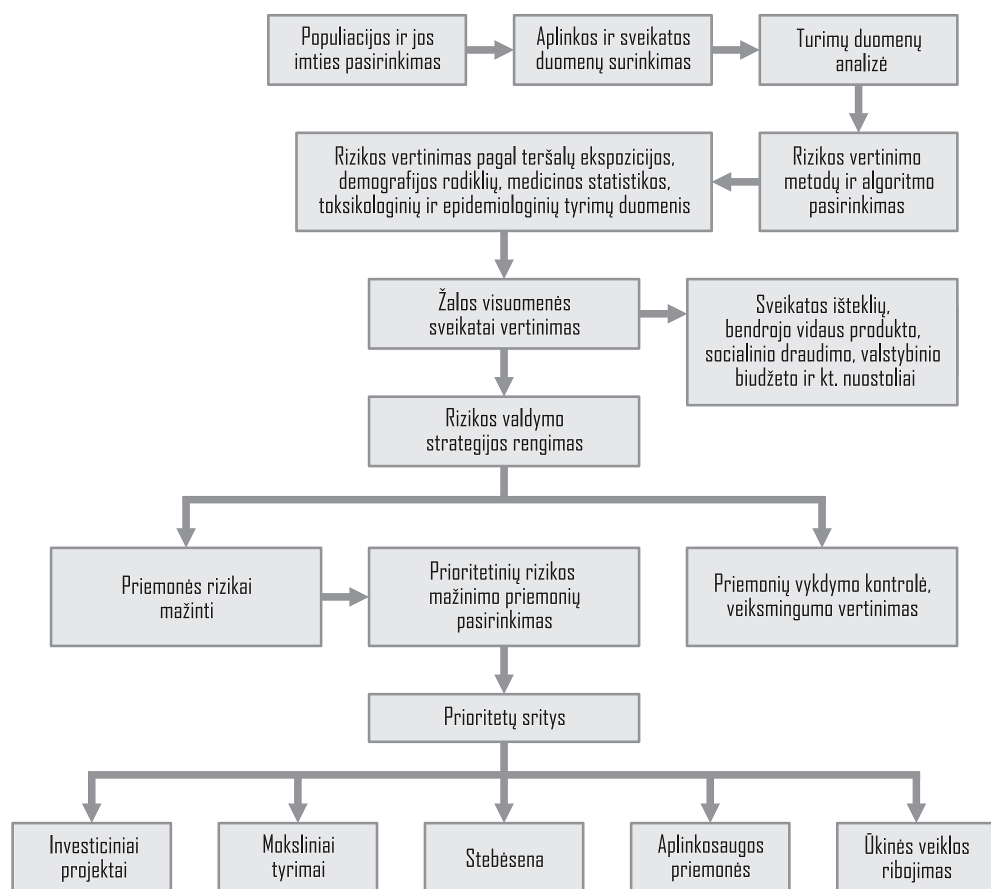
***EHIPS* sistemos taikymo technologija suskirstoma į tokius penkis nuoseklius etapus:**

- **pirmuoju etapu** – tai turimų duomenų apžvalga, taršos šaltinių, teršalų identifikavimas, jų parametrų verčių analizė, pradinių duomenų prognozei pasirinkimas ir imčių pasirinkimo kriterijų nustatymas;
- **antruoju etapu** pasirenkami aplinkos veiksnių tarpusavio sąveikos, „karštųjų taškų“, kitų kintamųjų vertinimo empiriniai ir optimizuoti modeliai, taip pat aplinkos taršos rizikos visuomenės sveikatai vertinimo modeliai;
- **trečiuoju etapu** nagrinėjamas aplinkos taršos rizikos veiksnių poveikis visuomenės sveikatai ir nustatomi statistiškai patikimi ryšiai sistemoje „aplinka – sveikata“;
- **ketvirtuoju etapu** nustatomi pagrindiniai rizikos veiksniai, darantys poveikį ekspozicinės gyventojų grupės sveikatai;
- **penktuoju etapu** atliekami aplinkos taršos poveikio visuomenės sveikatai ekonominių nuostolių skaičiavimai, įvertinamos reikalingos finansinių ir žmonių išteklių sąnaudos rizikai, kylančiai visuomenės sveikatai, šalinti arba kiek įmanoma mažinti, rengiami atitinkami valdymo sprendiniai.

Epidemiologiniai tyrimų tipai skirstomi į stebimuosius ir eksperimentinius. Atliekant stebimuosius aprašomuosius epidemiologinius tyrimus, pasitenkinama turima informacija, susijusia su aplinkos tarša ir medicininės statistikos duomenimis. Sukauptos patikimos informacijos analizė leidžia suformuluoti tolesnio epidemiologinio analitinio tyrimo hipotezę. **Analitinio tyrimo tikslas** – nustatyti rizikos veiksnius, lemiančius konkrečių ligų atsiradimą. Analitinis epidemiologinis tyrimas yra susijęs su rizikos veiksnio poveikio tyrimu tikslinėje ir kontrolinėje grupėse.

Pagal 3.2 pav. pateiktą aplinkos taršos rizikos visuomenės sveikatai valdymo algoritmą rizikai vertinti turi būti naudojami su nagrinėjama situacija tiesiogiai susiję duomenys ir kita informacija, kurią galima taikyti esamai situacijai. Pagal pateiktą schemą turi būti galimybė turimą informaciją papildyti toksikologiniais ir epidemiologiniais tyrimais. Rizikai vertinti gali būti atliekami reikiami medicininiai klinikiniai tyrimai. Prioritetinės priemonės rizikai valdyti pasirenkamos įvertinus riziką, taip pat padarytą žalą visuomenės sveikatai.

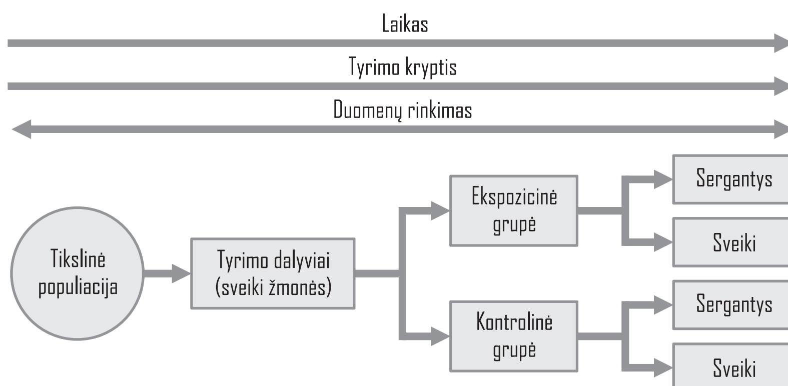
Ekologinio epidemiologinio tyrimo tikslas – nustatyti koreliacinius ryšius tarp veiksnio poveikio, jo ekspozicijos ir žmonių populiacijos arba grupės mirtingumo, sergamumo ir kitų medicinos statistikos rodiklių. Ekologiniams epidemiologiniams tyrimams atlikti naudojama įvairaus pobūdžio informacija, susijusi su aplinkos būkle, gyventojų socialinėmis ekonominėmis sąlygomis, jų gyvensena ir kt. Tam tikrų, susi-



3.2 pav. Sisteminio antropogeninės aplinkos taršos rizikos visuomenės sveikatai valdymo schema

jusių su aplinkos taršos poveikiu gyventojų sveikatai, sutrikimų statistikos duomenų nagrinėjimas vadinamas skersinio pjūvio arba paplitimo tyrimu. Paplitimo tyrimo procese nagrinėjama pasirinktų kintamųjų įtaka numatomo tyrimo rezultatui. Tirti pasirenkama reprezentacinė ekspozicinė žmonių populiacijos grupė (imtis), kuriai taikytinos atlikto tyrimo išvados [121].

Kohortinis epidemiologinis tyrimas atliekamas stebint sveikatos būklės arba ligų paplitimo pokyčius tikslinėje ir kontrolinėje žmonių populiacijoje per tam tikrą apibrėžtą laikotarpį arba jo neribojant. Kohortinis tyrimas gali būti atliekamas ir eksperimento sąlygomis. Kohortinis epidemiologinis tyrimas atliekamas pagal 3.3 pav. pateiktą schemą.



3.3 pav. Kohortinio tyrimo schema [121]

Ūminė žala visuomenės sveikatai, susijusi su aplinkos antropogenine tarša, nustatoma vertinant kiekvienos dienos gyventojų mirtingumą, gyventojų kreipimąsi į stacionarias ir ambulatorines asmens sveikatos priežiūros įstaigas dėl ūminių kvėpavimo takų, kraujo apytakos organų ligų, žarnyno infekcijų, taip pat nagrinėjant darbuotojų laikinąjį nedarbingumą, vaikų nesilankymą dėl ligų ikimokyklinio ugdymo ir mokymo įstaigose, staigiai padidėjusią vaistų paklausą. Apie lėtinę žalą visuomenės sveikatai sprendžiama pagal padidėjusį gyventojų mirtingumą ir sergamumą (tarp jų – ikimokyklinio amžiaus vaikų, moksleivių, kitų aplinkos taršai jautrių žmonių populiacijos grupių sergamumą) dėl lėtinių kraujotakos ir kvėpavimo takų organų ligų (tarp jų – dėl bronchų astmos ir plaučių vėžio). Antropogeninė žala, padaryta gyventojų reprodukcijos funkcijai, vertinama pagal nėštumų komplikacijų, priešlaikinių gimdymų, nepakankamos kūno masės gimusių kūdikių skaičiaus ir apsigimimų statistiką.

Gyventojų nevėžinių ligų skaičiaus (mirčių skaičiaus dėl nevėžinių ligų) prieaugio vienos paros ir vienerių metų rizika apskaičiuojama pagal lygtis [122]:

$$URDS(D)d = \frac{NDS \cdot dDS \cdot Kch \cdot Pns}{1000 \cdot 365 \cdot DLKi}, \tag{3.4}$$

$$URDS(D)j = \frac{NDS(D) \cdot dDS(D) \cdot Kch \cdot Pns}{1000 \cdot DLKi}, \tag{3.5}$$

čia: *URDS(D)d* − vienos dienos reliatyvi rizika vienam gyventojui susirgti tam tikra nevėžine (kvėpavimo, kraujotakos, virškinimo, atramos sistemos organų) liga, padidėjus teršalo vidutinės paros koncentracijos vertei aplinkos ore µg/m^3; *NDS* − per vienerius metus įregistruotų nevėžinių ligų skaičius 1 000 gyventojų; *dDS* − vienos dienos prieaugio dėl tam tikros nevėžinės ligos dalis nuo bendro ligų prieaugio; *Pns* − per nagrinėjamus metus įregistruotų nevėžinių (kvėpavimo, kraujotakos, virškinimo, atramos sistemos organų) ligų dalis iš bendro gyventojų ligų skaičiaus; *Kch* − koeficientas, įvertinantis lėtinį aplinkos oro teršalo poveikį; 1 000 − gyventojų sergamumo atvejų perskaičiavimo koeficientas; 365 − dienų skaičius per metus; *DLKi* − aplinkos oro teršalo vidutinė paros (mėnesio, metų) ribinė vertė, µg/m^3. Kai aplinkos oras teršiamas keliais teršalais, įvertinamas jų suminio (sinergetinio, potencinio) poveikio koeficientas; *URDS(D)j* − vienerių metų reliatyvi rizika vienam gyventojui susirgti tam tikra nevėžine (kvėpavimo, kraujotakos, virškinimo, atramos sistemos organų) liga, padidėjus teršalo vidutinės metinės koncentracijos vertei aplinkos ore µg/m^3; *NDS(D)* − gyventojų vienerių metų sergamumo dėl tam tikros nevėžinės ligos per vieną gyventoją rodiklio vidurkis, apskaičiuotas iš pastarųjų 5 metų statistikos duomenų; *dDS(D)* − vienerių metų prieaugio dėl tam tikros nevėžinės ligos dalis nuo bendro ligų prieaugio per tuos pačius metus.

Analogišką metodika taiko JAV Aplinkos apsaugos agentūra (*EPA*) kietųjų dalelių PM_{10} koncentracijos vertės aplinkos ore įtakai mirtingumo dėl kvėpavimo organų ligų padidėjimo rizikai nustatyti.

Stambių pramoninių miestų aplinkos oro užterštumą dujiniais teršalais (fenoliu, anglies monoksidu, vandenilio sulfidu, azoto ir sieros dioksidais, amoniaku, angliavandeniliais, benzenu) ir kietosiomis dalelėmis gali lemti gyventojų mirtingumo padidėjimą dėl kraujotakos, centrinės nervų sistemos, kvėpavimo organų ligų. Daugelio mokslinių tyrimų įrodyta, kad miestų aplinkos oro teršalai ypač smarkiai pakenkia vaikų kvėpavimo organus. Mažėja vaikų plaučių gyvybinis tūris, t. y. įkvepiama mažiau oro, sumažėja jo apykaita. W. Jedrichovski ir kt. apibendrino Krokuvos miesto (Lenkija) aplinkos oro užterštumą kietosiomis dalelėmis ir sieros dvideginio (SO_2) dujomis. Vidutinė metinė kietųjų dalelių koncentracijos vertė skirtingose matavimo vietose svyravo nuo 34,6 iki 74,5 µg/m^3, sieros dvideginio koncentracijos vertė − nuo 45,3 iki 73,8 µg/m^3. Užterštų miestų teritorijų vaikai dažniau serga bronchų astma, bronchų, plaučių uždegimais, alerginėmis odos ligomis [123] (3.3 lentelė).

3.3 lentelė. Krokuvos vaikų kvėpavimo takų pakenkimo požymiai jų sveikatos sekimo duomenimis, % nuo ištirtų vaikų [123]

Sveikatos pakenkimo požymis	Bendroji oro tarša		Vietinė oro tarša			
			intensyvus transporto eismas		pramonės įmonės	
	maža	didelė	nėra	yra	nėra	yra
Dažnas kosulys	6,7	9,3	7,0	8,9	6,5	12,1*
Skrepliavimas	0,7	2,8*	1,2	2,3	1,1	3,7*
Šiurkštus kvėpavimas	4,8	9,1*	4,8	9,0*	6,1	9,2
Dusulio priepuoliai	4,3	5,5	3,8	6,0	4,6	5,9
Bronchų astma	1,8	2,3	1,7	2,5	2,0	2,2
Šienligė	32,0	37,4	30,3	39,4*	32,9	39,6*
Alergija	21,8	24,0	19,	26,2*	20,3	30,8*

Pastaba: žyme * pažymėti statistiškai reikšmingi rodiklių verčių skirtumai ($p < 0{,}05-0{,}005$)

Lenkijos mokslininkai nustatė, kad 8–9 metų vaikai (berniukai ir mergaitės), gyvenę vietovėse, kuriose aplinkos oras yra užterštas kietosiomis dalelėmis ir sieros dvideginiu, augo lėčiau, nei jų vienmečiai, kvėpavę grynesniu oru. Lėtesnis ūgio prieaugis konstatuotas 33,2 % berniukų ir 22,6 % mergaičių. Aplinkos oro užtarša taip pat darė neigiamą įtaką vaikų plaučių funkcijoms vystytis [123]. Australijos, Prancūzijos ir Šveicarijos mokslininkų duomenimis, apie 6 % žmonių mirčių yra susijusios su aplinkos oro užterštumu, iš to skaičiaus 43–56% – su automobilių išmetamosiomis dujomis. Mokslininkų įrodyta, kad 9–10 metų amžiaus vaikų, gyvenančių užterštose teritorijose, kuriose teršalų koncentracijų vertės 2,5 karto didesnės nei jų didžiausi ribiniai dydžiai, ūgis beveik 4 cm mažesnis, jų kūno masė vidutiniškai 4 kg mažesnė, jie apie 2,5 karto dažniau serga viršutinių kvėpavimo takų uždegimu ir du kartus dažniau kreipiasi į gydytojus dėl įvairių ligų ir negalavimų nei jų bendraamžiai, neeksponuojami aplinkos oro teršalų.

Daugiamečių Vilniaus miesto aplinkos oro kokybės stebėjimo duomenimis, mažai užterštų miesto teritorijų oras 1,5–2,4 karto švaresnis nei smarkiai užterštų teritorijų aplinkos oras. Užterštų miesto rajonų gyventojai serga 1,2 karto dažniau nei mažiau užterštų miesto teritorijų. Vilniaus miesto Savanorių prospekto gyventojai dažniau nei žmonės, gyvenantys Antakalnio rajone, serga kvėpavimo, kraujotakos sistemos, odos, nervų sistemos ligomis. Gyventojų sergamumo lėtinėmis kvėpavimo takų ligomis santykis Savanorių, Lazdynų ir Antakalnio rajonuose yra 4,4:1,9:1,3 [112]. Esama duomenų, kad, padidėjus anglies dioksido koncentracijos vertei, sergantiems bronchų astma gali išryškėti šios ligos priepuoliai.

Lietuvos mokslininkai 1995–1999 m., vykdydami didžiųjų šalies miestų – Vilniaus, Klaipėdos ir Šiaulių – aplinkos ir šių miestų gyventojų sveikatos monitoringą, užsibrėžė tokius tikslus:

- identifikuoti teritorijas, kuriose yra paplitusios ekologinės kilmės ligos;
- ištirti pavojingųjų aplinkos teršalų kiekį žmonių biologinėse terpėse;
- įrodyti pavojingųjų teršalų ekologinę kilmę ir eliminuoti kitus galimus šaltinius (darbo aplinkos, žalingų papročių ir kt.).

Autoriai išnagrinėjo savaiminių persileidimų, priešlaikinių gimdymų, vaikų toksinių nervų sistemos sutrikimų, nuplikymų, plaučių, skrandžio, storosios žarnos vėžio, melanomos, leukemijos, hemoglobino koncentracijos, periferinio kraujo baltųjų kūnelių skaičiaus sumažėjimo, kitų sveikatos sutrikimų paplitimą skirtingose geografinėse teritorijose. Autorių duomenimis, sergamumas išvardytomis „ekogeninėmis“ (ekologinės kilmės) ligomis per pastaruosius 20 metų padidėjo 1,5–3 kartus. Ekologinės kilmės ligų paplitimui įvertinti pritaikytas matematinis modelis. Remiantis 1991 m. atliktų tyrimų duomenimis, konstatuota, kad apsigimimai, priešlaikiniai gimdymai, navikai, vaikų toksiniai nervų sistemos sutrikimai, nuplikymai daugiausia pasitaikė dešimtyje Vilniaus miesto rajonų, suskirstytų į keturias grupes – pietų, vakarų, šiaurės rytų ir šiaurės vakarų. Karoliniškių, Šnipiškių, Žirmūnų vaikų, sirgusių ekologinės kilmės ligomis, organizme rasti padidėję švino, chromo ir nikelio kiekiai. Išvardytų Vilniaus miesto rajonų aplinkos oras buvo labiau užterštas anglies oksidu, azoto dioksidu, sunkiaisiais metalais [124, 125].

Ukrainos mokslininkai palygino dviejų teritorijų vaikų ir jaunų žmonių sergamumo rodiklius. Užterštoje teritorijoje bendri išmetalai į aplinkos orą sudarė 3680,4 t/km^2 per metus, neužterštoje teritorijoje – 11,5 t/km^2 per metus. Konstatuota, kad vaikų ir jaunų žmonių, gyvenančių užterštose teritorijose, bendras sergamumas 1,4 karto didesnis už neužterštoje teritorijoje gyvenančių vaikų ir jaunųjų žmonių sergamumą. Kūdikių iki vienerių metų, kurių tėvai gyveno užterštoje teritorijoje, mirtingumas 1,7 karto dažnesnis. Kiti su aplinkos užterštumu susiję nustatyti sveikatos sutrikimai – apsigimimai, užkrečiamosios ligos, naujagimių ligos – taip pat buvo būdingi užterštos teritorijos mažiesiems gyventojams.

F. Mitis ir kt. atliko labiausiai užterštų Italijos vietovių gyventojų 15 metų (1980−1994 m.) mirtingumo priežasčių tyrimus. Epidemiologiniai tyrimai apėmė 7 vietovių, 27 savivaldybių gyventojus. Reprezentacinės gyventojų grupės sudarė nuo 2,4 iki 6,9 % visų vietovių žmonių populiacijų. Aplinkos užtarša buvo susijusi su naftos perdirbimo, chemijos, metalurgijos, marmuro apdorojimo, laivų statybos, energetikos įmonių išmetamaisiais teršalais. Vienoje vietovėje užregistruota pramoninė avarija, kurios metu į aplinką išsiskyrė arseno junginiai. Konstatuota, kad užterštų vietovių gyventojų mirtingumas dėl visų ligų 1,5 karto viršijo visų atitinkamų regionų gyventojų mirtingumą. Mirtingumas dėl plaučių vėžio tarp užterštų vietovių gyventojų buvo 36 %, dėl virškinimo organų ligų ir kepenų cirozės − 43 %, dėl kvėpavimo

organų ligų − 29 % didesnis nei vidutiniai regionų gyventojų mirtingumo rodikliai. Nustatyta, kad užterštų teritorijų vyrų, gimusių praėjusio amžiaus ketvirtajame dešimtmetyje, rizika susirgti trachėjos, bronchų ir plaučių vėžiu dvigubai didesnė nei vyresniosios kartos vyrų [126].

M. Martuzzi ir kt., cituodami JAV mokslininkų tyrimų duomenis, teigia, kad miestuose, kuriuose oras nuolat teršiamas smulkiosiomis kietosiomis dalelėmis PM_{10}, registruojamas didesnis mirtingumas dėl kraujotakos ir kvėpavimo ligų. Aplinkos ore staigiai padidėjus kietųjų dalelių koncentracijai, kitą dieną ar praėjus kelioms dienoms gyventojai daugiau lankosi pas gydytojus. Aplinkos oro užtaršai PM_{10} padidėjus 10 $\mu g/m^3$, gyventojų reliatyvioji rizika susirgti ūmiu bronchitu, patirti bronchų astmos priepuolį padidėja keliais procentais. Suaugusių gyventojų mirtingumo reliatyviosios rizikos koeficientas gali siekti 1,026−1,061, vaikų sergamumo ūmiu bronchitu − 1,135−1,502 [127].

Aplinka ypač smarkiai teršiama įvykus **technogeninei avarijai** arba naudojant toksiškas chemines medžiagas per karą. 1976 m. liepos 10 d. Sevezo mieste (Italija) į aplinką pateko 2,5 kg dioksino, žuvo 35 tūkst. gyvūnų, evakuota 750 žmonių, dalis jų sunkiai apsinuodijo. 1984 m. gruodžio 2 d. nuodingosios medžiagos nutekėjo Bhopalo miesto (Indija) pesticidų įmonėje. Žuvo 3 400 žmonių, 30–40 tūkst. sunkiai apsinuodijo.

Jonavos gamybiniame susivienijime „Azotas“ (dabar AB „Achema“) 1989 m. įvykus avarijai, į aplinką išsiliejo apie 7 tūkst. t suskystintojo amoniako. Į aplinką taip pat pateko 5 tūkst. t nitrofoskos, kuriai suskilus, aplinka buvo teršiama amoniaku, azoto oksidais, fluoro vandeniliu, fosforo pentoksidu. Išvardytų teršalų koncentracijos daugelyje Jonavos rajono vietovių viršijo ribines vertes. Aplinkos oro teršalų debesys pasiekė Ukmergės ir Širvintų rajonus. Avarijos pasekmes tyrusios tarpžinybinės komisijos duomenimis, vien apie tūkstantį Jonavos miesto gyventojų atsidūrė užteršto aplinkos oro zonoje, iš kurių apie penktadalis turėjo ūminio apsinuodijimo požymių. Dauguma avarijų, susijusių su aplinkos užtarša, vyksta dėl sprogstamųjų cheminių medžiagų, dulkių ir oro mišinių sprogimų ir susijusių su jais gaisrų.

Pirmieji bandymai panaudoti chemines medžiagas karo tikslais padaryti 429 m. prieš mūsų erą, kai tvirtovės apgulos metu puolančioji kariuomenė panaudojo karštą dervos ir sieros mišinį, kuris virto sieros dioksido debesiu. Kitąkart toksiška cheminė medžiaga karo tikslais buvo panaudota per Pirmąjį pasaulinį karą 1915 m. balandžio 22 d., kai vokiečiai užteršė prancūzų kariuomenės pozicijų orą chloru. Ši chloro dujų ataka atėmė 5 tūkstančių karių gyvybių. Jungtinių Amerikos Valstijų kariuomenė per karą Vietname (1965–1971 m.), kovodama su Vietkongo partizanais, naudodavo toksišką herbicidą – defoliantą. Dėl aplinkos užteršimo dioksinais žuvo apie 1 000 žmonių, 13 000 galvijų, pažeistai augmenijai visiškai atsigauti reikia šimto metų. Toksiškos cheminės medžiagos 1987 m. buvo panaudotos prieš sukilusius Irako kurdus.

3.2. Aplinkos cheminių teršalų toksikologija ir ekotoksikologija, aplinkos kancerogenai, mutagenai, alergenai

Pasaulio sveikatos organizacijos duomenimis, iš 6 mln. žinomų cheminių medžiagų ūkinėje veikloje ir moksliniams tyrimams naudojama ne daugiau kaip 500 tūkst. cheminių medžiagų, iš jų apie 100 tūkst. teršia aplinką. Sintetinamų cheminių medžiagų kasmet daugėja 5 %. Pasaulinės statistikos duomenimis, kasmet į biosferą patenka 60 mln. t sintetinių medžiagų ir jų preparatų, 500 mln. t mineralinių trąšų, 5 mln. t pesticidų. Deginant kietąjį, skystąjį ir dujinį kurą į aplinką išsiskiria daugiau kaip 20 mlrd. t anglies dvideginio.

Remiantis Pasaulio sveikatos organizacijos duomenimis, per XX a. paskutinį trečdalį apsinuodijimų, gydytų stacionariose asmens sveikatos priežiūros įstaigose, padaugėjo 2,7 karto. Lietuvoje ligoninėse dėl apsinuodijimų kasmet gydoma 2,8–4,1 žmonių per 1 000 šalies gyventojų, iš viso kasmet vidutiniškai daugiau kaip 10 tūkst. ligonių. Lietuvos gyventojų apsinuodijimų statistikos duomenimis, 43,7 % visų apsinuodijimų, gydomų ligoninėse, – tai apsinuodijimai alkoholiu ir jo surogatais, 28,2 % – vaistais. 7,4 % nukentėjusiųjų gydosi dėl apsinuodijimų grybais ir kitais augalinės kilmės nuodais, 7,3 % apsinuodijimų priežastis yra narkotikai. Cheminės medžiagos – kenksmingosios dujos ir garai, ardomosios medžiagos, naftos perdirbimo produktai, aromatiniai angliavandeniliai sukelia 7,2 % visų registruojamų apsinuodijimų [128]. Vien 2004 m. Lietuvoje užregistruota per 2 tūkst. apsinuodijimų, kurių priežastis tyrė apskričių visuomenės sveikatos centrai [129]. Visos pavojingosios cheminės medžiagos pagal pavojingumo pobūdį skirstomos į tris grupes (3.4 lentelė, modifikuota pagal [129]).

3.4 lentelė. Pavojingųjų cheminių medžiagų grupės pagal pavojingumo pobūdį

Pavojingos aplinkai	Pavojingos žmogaus sveikatai ir aplinkai dėl fizikinių ir cheminių savybių	Pavojingos žmogaus sveikatai dėl toksiškumo
Pavojingos augalijai, gyvūnijai, ardančios ozono sluoksnį	Sprogstamosios Oksiduojančios Ypač degios Labai degios Degiosios Ardančios (ėsdinančios) Dirginančios	Labai toksiškos Toksiškos (tarp jų – kancerogeninės, mutageninės, toksiškos reprodukcijai) Kenksmingosios Jautrinančios

Pagrindinės cheminės medžiagos, darančios įtaką aplinkos globaliniams pokyčiams (freonai, anglies dvideginis, metanas), nepasižymi toksiškomis savybėmis, todėl jas galima priskirti 3.4 lentelės pirmoje skiltyje nurodytai cheminių medžiagų

grupei. Chemines medžiagas, kurių pavojus yra susijęs su jų fizikinėmis ir cheminėmis savybėmis, gali sukelti chemines ir mechanines traumas, gaisrus, griūtis, metalinių konstrukcijų koroziją. Chemines medžiagas, sukeliančias patologinius pokyčius gyvuosiuose organizmuose, į bendrą grupę jungia jų toksinės savybės. Kai kurios cheminės medžiagos, pvz., metanas, būdamas sprogusis, gali būti priskirtos daugiau kaip vienai grupei (šiuo atveju – pavojingųjų aplinkai ir žmonių sveikatai bei aplinkai). Toksiškos amoniako, chloro dujos traktuojamos ir kaip ardančios bei pasižyminčios ilgalaikiu nepalankiu poveikiu vandens ekosistemoms.

Apsinuodijimai klasifikuojami pagal priežastis (atsitiktiniai, tiksliniai), pagal jų atsitikimo vietą (profesiniai, buitiniai), pagal nuodų patekimo į žmogaus organizmą būdus (pro kvėpavimo takus, virškinimo organus, pakenktą ir nepakenktą odą), pagal apsinuodijimų pobūdį (ūminiai, poūmiai, užsitęsę, lėtiniai), pagal sunkumą (lengvi, vidutinio sunkumo, sunkūs), pagal apsinuodijimo išeitį (visiškas pasveikimas, liekamieji sveikatos sutrikimai, neįgalumas, mirtis). Tiksliniais laikomi kriminaliniai, savižudiški, narkomaniniai, profesiniai apsinuodijimai, sukelti savigydos, taip pat jatrogeniniai apsinuodijimai, sukelti netinkamai paskirtais vaistais.

Ūminiai apsinuodijimai įvyksta ūmaus poveikio cheminei medžiagai veikiant palyginti trumpą laiką, ne ilgiau kaip 24 val. Poūmiams apsinuodijimams būdingas pasikartojantis pavojingos cheminės medžiagos poveikis, kuris gali trukti kelias savaites. Užsitęsę apsinuodijimai yra susiję su 1–3 mėnesių cheminės medžiagos poveikiu. Lėtinius apsinuodijimus sukelia kenksmingosios ar nuodingosios medžiagos, patenkančios į organizmą mažais kiekiais per ilgesnį laiko tarpsnį ir besikaupiančios organizmo organuose ir audiniuose.

Kai žmogaus organizmą veikia kelios cheminės medžiagos, jos gali pasižymėti suminiu, sinergetiniu, potenciniu arba antagonistiniu poveikiu. Suminiu laikomas poveikis, kai dviejų ar daugiau cheminių medžiagų poveikis lygus jų atskirai sukeliamų poveikių sumai. Sinergetiniu vadinamas toks medžiagų poveikis, kai kartu medžiagos veikia stipriau nei kiekviena iš jų. Kai viena cheminė medžiaga, būdama nenuodinga, sustiprina kitos derinio medžiagos poveikį, reiškinys vadinamas potenciacija. Antagonistinis cheminių medžiagų derinio poveikis pasireiškia, kai viena cheminė medžiaga susilpnina kitos cheminės medžiagos padaromą žalą. Antagonistiniu poveikiu pasinaudojama gydant apsinuodijimus cheminėmis medžiagomis.

Apie cheminių medžiagų toksiškumą sprendžiama atsižvelgus į jų dozę arba koncentraciją, sukeliančias visų ar dalies eksperimentinių gyvūnų (pelių, žiurkių, triušių, badomųjų vandens organizmų ir kt.) žūtį. Cheminės medžiagos dozė arba koncentracija, sukelianti visų eksperimentinių gyvūnų žūtį, vadinama absoliuti mirtinoji (letalinė) dozė LD_{100} (lot. – *dosis letalis*, *DL*) arba absoliuti mirtinoji (letalinė) koncentracija LC_{100}.

Apie cheminių medžiagų ir preparatų toksiškumą sprendžiama atsižvelgus į jų LD_{50} arba LC_{50}. Dozės parametro vertė nustatoma mg/kg, koncentracijos vertė skys-

tyje – mg/*l*, ore – mg/m^3. Cheminės medžiagos pagal toksiškumą sąlygiškai skirstomos atsižvelgus į parametrų LD_{50} ir LC_{50} vertes (3.5 lentelė).

Iš 3.5 lentelėje pateiktų duomenų matyti, kad cheminės medžiagos, veikiančios organizmą pro kvėpavimo takus, yra pavojingesnės nei bandomuosius gyvūnus nuodijant pro virškinamąjį traktą. Aplinkos oro teršalai, patekę į organizmą su įkvėptu oru ir nepakitę plaučiuose, rezorbuojasi į kraują. Praryta nuodingoji medžiaga tik iš dalies rezorbuojasi per burnos gleivinę ir, patekusi į skrandį, gali būti veikiama skrandžio sulčių, virškinimo fermentų bei gali būti nukenksminama kepenyse. Todėl pavojingiausia cheminės medžiagos agregacijos būsena yra dujos, taip pat garai ir aerozoliai.

Kietųjų dalelių aerozolių pavojingumas priklauso ne vien nuo jų cheminės prigimties, bet ir nuo dalelių pasiskirstymo pagal matmenis. Atsižvelgus į kietųjų dalelių dydį, jos skirstomos į alveolinę ir įkvepiamąją frakcijas. Alveolinei frakcijai priklauso kietosios dalelės, kurių skersmuo yra 1–5 μm. Alveoline frakcija laikomos visos dūmų dalelės, taip pat mažo dydžio mineralinės dulkės, akmens, stiklo vatos, asbesto plaušeliai.

3.5 lentelė. Cheminių medžiagų ir preparatų toksiškumo bendrieji parametrų dydžiai [128]

Parametras	Ypač nuodinga	Labai nuodinga	Nuodinga	Nuosaikiai nuodinga	Mažai nuodinga	Nenuodinga
LD_{50} mg/kg	< 1	1–50	51–150	151–5 000	5 001–15 000	> 15 000
LC_{50} mg/*l*; mg/m^3	< 1	1–5	6–10	11–80	81–160	> 160

Cheminių medžiagų kenksmingumas sveikatai taip pat priklauso nuo jų erdvinės struktūros, lakumo, tirpumo vandenyje, riebaluose, klampumo, jonizacijos laipsnio. Cheminės medžiagos pavojingumą padidina joje esančios reaktingosios grupės – metilo (CH_3), amino (NH_2), fenilo (C_6H_5), alilo (CH_2–CH = CH_2) ir kt.

Cheminių medžiagų ir preparatų pavojus žmogaus organizmui priklauso nuo:

- **fizikinių ir cheminių** savybių (molekulinės, lyginamosios masės, erdvinės struktūros, agregacinės būsenos, lakumo, vandenilio jonų koncentracijos, pH, tirpumo vandenyje ir riebaluose, degumo, sprogstamumo, klampumo, reaktingumo ir kt.);
- **patekimo į organizmą sąlygų** (koncentracijos aplinkoje, poveikio trukmės, meteorologinių, mikroklimato sąlygų, patekimo į organizmą būdo);
- **žmogaus amžiaus, lyties, sveikatos būklės,** fiziologinės būsenos, individualaus jautrumo cheminei medžiagai arba cheminių medžiagų mišiniui.

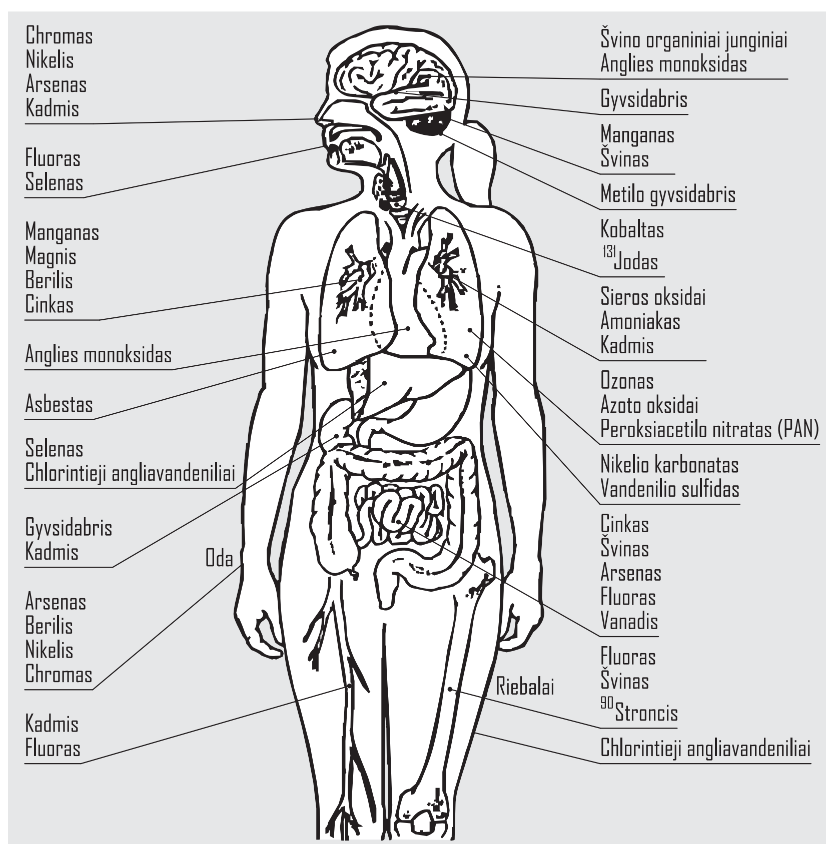
Pavojingosios cheminės medžiagos, veikdamos žmogaus organizmą, gali sukelti jame patologines reakcijas – uždegimą, audinių suirimą (nekrozę), alergines reakcijas, ląstelių mutacijas ir kt. Kai kurių cheminių elementų ir junginių toksiškumas yra

susijęs su poveikiu organizmo fermentų aktyvumui. Dėl to pažeidžiama medžiagų apykaita ir imuninė organizmo sistema. Cheminėms medžiagoms būdingas bendras ir specifinis poveikis tam tikriems organams bei jų sistemoms. Bendras pavojingųjų cheminių medžiagų poveikis pasižymi sistemine organizmo fiziologinių funkcijų reakcija į kenksmingosios medžiagos poveikį, kuri nėra susijusi su ryškesnio vieno kurio nors organo pažeidimo požymiais arba specifine organizmo patologija. Specifinių pavojingųjų cheminių medžiagų poveikis taip pat yra susijęs su jų savybėmis sukelti piktybinius navikus, mutacijas, alergines reakcijas, pažeisti reprodukcijos funkciją.

Aplinkos teršalų poveikį įvairiems žmogaus organams, organų sistemoms bei audiniams iliustruoja 3.4 pav. Iš jo matyti, kad cheminių elementų junginiai daugiausiai pažeidžia tam tikrus organus (angl. – *target organs*).

Pagal specifinį poveikį pavojingosios cheminės medžiagos skirstomos į:

- pažeidžiančias **centrinę ir periferinę nervų sistemą** (bismutas, gyvsidabris, vandenilio sulfidas, manganas, metilo alkoholis, fosforo organiniai pesticidai, ciano rūgštis ir jos druskos, lakieji angliavandeniliai ir kt.);



3.4 pav. Aplinkos oro teršalų poveikis skirtingiems žmogaus organams

- pažeidžiančius **širdies raumenį ir kraujagysles** (švinas, arseno, fosforo junginiai);
- pažeidžiančius **kraujo čiulpų funkciją** (benzenas, švinas ir kt.);
- sutrikdančias **deguonies apykaitą** (anglies monoksidas, nitratai ir nitritai);
- dirginančias ar kitaip pažeidžiančias **kvėpavimo takus** (amoniako, sieros dvideginio, azoto oksidų, chloro dujos, organinės ir mineralinės dulkės);
- pažeidžiančias **virškinimo organus**: burnos gleivinę (rūgštys, bazės), dantis (fluoras), skrandį (chromas, cinkas, anglies disulfidas (CS_2), bromo, jodo junginiai), kepenis (berilis, brombenzenas, chloroformas, etilo alkoholis, anglies tetrachloridas, stirenas ir kt.);
- pažeidžiančias **inkstus** (bario druskos, etilenglikolis, chlorintieji angliavandeniliai, stibio junginiai).

Kai kurios cheminės medžiagos daro specifinį poveikį **odai**. Dėl sąlyčio su naftos perdirbimo produktais, akmens anglių dervomis atsiranda pigmento dėmių, dinitrochlorbenzenas odą nudažo geltonai, veikiant trinitrotoluenui pažeidžiami plaukų maišeliai, todėl iškrinta odos plaukai.

Yra nemažai cheminių medžiagų, kurios pažeidžia skirtingus organus bei fiziologines funkcijas. Prie tokių medžiagų priskirtini švino, organiniai gyvsidabrio, chloro organiniai junginiai ir kitos medžiagos.

Pagal cheminių medžiagų klasifikavimo principus, atsižvelgiant į jų keliamą pavojų žmogaus sveikatai ir aplinkai, jos surašomos į suklasifikuotų pavojingųjų cheminių medžiagų sąrašus. Sąrašuose identifikuotas cheminių medžiagų keliamas pavojus, nustatyti jų, taip pat preparatų, kuriuose yra pavojingųjų cheminių medžiagų, pakuočių etikečių ženklinimo reikalavimai. Lietuvoje patvirtinta Pavojingųjų cheminių medžiagų klasifikavimo ir ženklinimo tvarka bei Nuodingųjų medžiagų sąrašas pagal toksiškumą. Informacija apie gaminamas, importuojamas, tiekiamas į rinką, naudojamas pavojingąsias chemines medžiagas ir preparatus kaupiama šalių nacionaliniuose ir tarptautiniuose registruose.

Pagal Lietuvos Respublikos cheminių medžiagų ir preparatų įstatymą pavojingosiomis laikomos cheminės medžiagos ir preparatai, kurių bent viena savybė gali būti priskirta vienai iš tokių kategorijų: sprogstamosios, oksiduojančios, ypač degios, labai degios, degiosios, labai toksiškos, toksiškos, kenksmingosios, ardančios (ėsdinančios), dirginančios, jautrinančios, kancerogeninės, mutageninės, toksiškos reprodukcijai, pavojingos aplinkai. Identifikavus cheminės medžiagos ar preparato pavojingumą, jų prekinės pakuotės turi būti ženklinamos standartiniais pavojingumo simboliais ir nuorodomis, taip pat parašant standartines rizikos sveikatai ir (ar) aplinkai rizikos (R) bei saugos (S) frazes.

Cheminių medžiagų degumo požymiai pateikti 3.6 lentelėje, iš kurios matyti, kad **cheminės medžiagos degumo požiūriu skirstomos į tris kategorijas – ypač degias, labai degias ir degiąsias.**

3.6 lentelė. Pavojingųjų cheminių medžiagų ir preparatų klasifikacija pagal degumą

Degumo kategorija, pavojingumo nuoroda	Pliūpsnio temperatūra	Virimo temperatūra	Pavojingumo simbolis	Rizikos frazė
Ypač degios	< 0 °C	ne daugiau kaip 35 °C	F+	R12
Labai degios	< 21 °C	neklasifikuojama	F	R11
Degios	ne mažiau kaip 21 °C	neklasifikuojama	netaikomas	R10

Ypač degių cheminių medžiagų kategorijai taip pat priskiriamos dujinės medžiagos ir preparatai, kurie, esant įprastai temperatūrai ir normaliam slėgiui, yra degūs ore. Labai degiomis laikomos kietos cheminės medžiagos ir preparatai, kurie gali lengvai užsidegti, trumpai susilietę su uždegimo šaltiniu, ir toliau degti arba rusenti jį pašalinus, taip pat skystosios cheminės medžiagos ir preparatai, kurių pliūpsnio temperatūra mažesnė nei 21 °C, bet kurie nėra ypač degūs. Degiosios yra skystosios cheminės medžiagos ir preparatai, kurių pliūpsnio temperatūra ne mažesnė nei 21 °C, bet ne didesnė kaip 55 °C, kurie nėra ypač degūs. Ypač degių, labai degių ir degiųjų cheminių preparatų pavojus yra susijęs su terminės destrukcijos (skilimo) dujinių produktų išsiskyrimu, kurie, būdami toksiški, gali kelti didesnį pavojų sveikatai nei degiosios cheminės medžiagos.

Siekiant chemines medžiagas suklasifikuoti pagal toksišką poveikį šiltakraujams organizmams, atliekamas ūminis eksperimentas su bandomaisiais gyvūnais (žiurkėmis, triušiais). Jie veikiami skirtingais būdais. Cheminės medžiagos toksiškumas nustatomas, atsižvelgus į tai, koks jos kiekis (koncentracija) sukelia ne mažiau kaip pusės bandomųjų gyvūnų žūtį. **Cheminės medžiagos pagal nuodingumo kriterijų suskirstomos į labai toksiškas, toksiškas ir kenksmingąsias** (3.7 lentelė).

3.7 lentelė. Pavojingųjų cheminių medžiagų klasifikacija pagal toksiškumą.

Cheminės medžiagos toksiškumas	Cheminės medžiagos poveikis bandomajam organizmui			
	Per virškinamąjį traktą (žiurkės) LD_{50}, mg/kg	Per kvėpavimo takus (žiurkės) LC_{50}, mg/l/4val.		Per odą (žiurkės, triušiai) $LD_{50,}$ mg/kg
		dulkės, aerozoliai	dujos, garai	
Labai toksiška	ne daugiau kaip 25	≤ 0,25	≤ 0,5	ne daugiau kaip 50
Toksiška	> 25… ≤ 200	> 0,25…≤ 1	> 0,5…≤ 2	> 50…≤ 400
Kenksmingoji	> 200…≤ 2 000	> 1…≤ 5	> 2…≤ 20	> 400…≤ 2 000

Iš 3.7 lentelėje pateiktų duomenų matyti, kad toksiškiausios medžiagos yra toksiškosios dulkės, aerozoliai, dujos ir garai. Jie, patekę per kvėpavimo takus, ūminio 4 val. eksperimento metu sukelia ne mažiau kaip pusės bandomųjų gyvūnų žūtį. Mažiausiai cheminė medžiaga yra toksiška, kai patenka į šiltakraujo organizmą per odą. Preparatai laikomi toksiškais, kai jų sudėtyje yra ne mažiau kaip 0,1 % (dujiniuose preparatuose – ne mažiau kaip 0,02 %) labai toksiško arba toksiško, 1 arba 2 kategorijos kancerogeno, 1 arba 2 kategorijos mutageno, 1 arba 2 kategorijos toksiško reprodukcijai komponento. Preparatai laikomi kenksmingaisiais, kai turi ne mažiau kaip 1 % (dujiniuose preparatuose – ne mažiau kaip 0,2 %) kenksmingojo komponento.

Labai toksiškos medžiagos ir preparatai ženklinami pavojingumo simboliu T+, nuoroda „Labai toksiška“. Toksiškosios cheminės medžiagos ir preparatai ženklinami pavojingumo simboliu T, nuoroda „Toksiška“. Kenksmingosios medžiagos ir preparatai ženklinami pavojingumo simboliu Xn ir nuoroda „Kenksminga“.

Ardančiomis laikomos cheminės medžiagos ir preparatai, kurių pH ≤ 2 arba $\geq 11{,}5$ (stiprios rūgštys ir šarmai). Tokios cheminės medžiagos ir preparatai ženklinamos pavojingumo simboliu C, nuoroda „Ardanti“. Preparatai taip pat laikomi ardančiais (ėsdinančiais), kai turi ne mažiau kaip 5 % (dujiniuose preparatuose – ne mažiau kaip 0,2 %) ardančio (ėsdinančio) komponento. Ardančioms cheminėms medžiagoms patekus ant odos arba jas atsitiktinai prarijus, įvyksta sunkūs cheminiai nudegimai, pakenktų audinių nekrozė, nukentėję asmenys priversti ilgą laiką gydytis dėl sunkiai gyjančių žaizdų ir nudegimų komplikacijų.

Dirginančiomis laikomos tokios cheminės medžiagos ir preparatai, kurie dirgina odą, akis, kvėpavimo takus arba gali smarkiai pažeisti akis. Tokios cheminės medžiagos ir preparatai ženklinami pavojingumo simboliu Xi, nuoroda „Dirginanti“.

Jautrinančiomis laikomos cheminės medžiagos ir preparatai, kai yra duomenų, kad jie, susilietę su oda, gali sukelti alergiją daugeliui žmonių arba gali sukelti specifinį kvėpavimo takų padidėjusį jautrumą (hipersensibilizaciją). Preparatai laikomi jautrinančiais, kai turi ne mažiau kaip 1 % (dujiniuose preparatuose – ne mažiau kaip 0,2 %) jautrinančio komponento. Padidėjęs organizmo jautrumas yra susijęs su jautrinančių medžiagų savybe, jungiantis su baltymais, produkuoti antigenus. Jautrinančios cheminės medžiagos sukelia veido, kitų kūno vietų odos pabrinkimą, niežėjimą, bėrimą, akių paraudimą, ašarojimą, slogą, kosulį, sunkų kvėpavimą, dusulį, bronchų astmos priepuolius. Cheminės medžiagos ir preparatai, sukeliantys alergiją pro kvėpavimo takus, ženklinami pavojingumo simboliu Xi ir nuoroda „Dirginanti“. Cheminės medžiagos ir preparatai, sukeliantys alergiją pro odą, ženklinami pavojingumo simboliu Xn ir nuoroda „Kenksminga“.

Cheminių medžiagų **kancerogeniškumas** yra susijęs su jų gebėjimu sukelti atipiškų (vėžinių) ląstelių atsiradimą skirtinguose pažeistuose organuose. Kancerogeninės cheminės medžiagos gali sukelti plaučių, kraujo, odos, šlapimo takų ir kitų organizmo organų piktybinius navikus.

Cheminė medžiaga priskiriama **mutagenams** atsižvelgus į jos savybę sukelti paveldimus genetinius pakenkimus ir paveldimas translokacijas. Mutageninės medžiagos sukelia genų rekombinacijas ir konversijas. Organizmo genetinės medžiagos pokyčiai gali apimti vieną geną, genų grupę ar net visą chromosomą. Vieno geno pažeidimas vadinamas taškine mutacija. Veikdami chromosomas, mutagenai gali sukelti jų skaičiaus arba struktūros pokyčius. Pokyčiai gali įvykti ląstelių branduolio genome, mitochondrijose. Veikiant mutageninėms cheminėms medžiagoms, vyksta lytinių ir kitų ląstelių transformacijos, sutrinka deoksiribonukleorūgšties (DNR) sintezė, vyksta negrįžtami mutacijos procesai. Cheminių medžiagų mutageniškumas tiriamas, atliekant bandymus su gyvūnais (*in vivo*) arba su išskirtomis iš organizmo lytinėmis ir kitomis (somatinėmis) ląstelėmis (*in vitro*).

Toksiškoms reprodukcijai priskiriamos cheminės medžiagos, sukeliančios žmogaus vaisingumo ir (arba) jo palikuonių vystymosi sutrikimus. Jos sutrikdo vyrų ir moterų lytinę funkciją, sukelia seksualinio elgesio sutrikimus, tarp jų – impotenciją, pažeidžia lytinių ląstelių produkcijos procesą, apsunkina apvaisinimą. Apvaisinimo procesas apsunkinamas dėl sumažėjusio vyriškų lytinių ląstelių aktyvumo, nepalankaus cheminių medžiagų poveikio kiaušinėliams. Toksiškųjų reprodukcijai cheminių medžiagų poveikis negimusiam vaikui pasireiškia gemalo vystymosi sutrikimais, savaiminiu nėštumo nutraukimu, apsigimimais, mažesne naujagimio kūno mase, jo lėtesniu fiziniu ir psichiniu vystymusi. Pavojingosios cheminės medžiagos dėl jų poveikio negimusiam vaikui vadinamos teratogenais, embriotoksiškomis arba fetotoksiškomis medžiagomis. Embriotoksiškų medžiagų poveikis yra susijęs su vaisiaus augimo ir vystymosi sulėtėjimu, persileidimais, toksiniu poveikiu atskiriems organams, negimusio kūdikio mirtimi, mažesne naujagimių kūno mase, imuniteto, kitų organizmo fiziologinių funkcijų sutrikimais ir kt.

Kancerogeninės, mutageninės bei toksiškosios reprodukcijai cheminės medžiagos skirstomos į tris kategorijas (3.8 lentelė).

1-os kategorijos kancerogenų kategorijai priskirti chromo trioksidas, nikelio oksidai, arseno trioksidas ir pentoksidas, benzenas, benzpirenas, vinilo chloridas, asbestas. 2-os kategorijos kancerogenai – berilis, natrio ir amonio bichromatai, kalio ir kalcio chromatai, kadmio oksidas, kadmio sulfatas, etileno oksidas, akrilnitrilas, epichlorhidrinas ir kt. 3-ios kategorijos kancerogenai – tai kancerogeninės cheminės medžiagos, galinčios sukelti kvėpavimo takų (gerklų, bronchų, plaučių, pleuros), virškinimo organų, šlapimo takų, kraujo, odos vėžį.

Mutageniniu poveikiu pasižymi dietilsulfatas, kalio ir natrio bichromatai, kalio chromatas, benzpirenas, dibutilftalatas ir kt.

Toksiškoms reprodukcijai cheminėms medžiagoms priskiriami anglies viendeginis, švino, arseno, gyvsidabrio, kadmio junginiai, chloro organiniai pesticidai, policikliniai organiniai angliavandeniliai, anglies disulfidas ir kt.

3.8 lentelė. Pavojingųjų cheminių medžiagų klasifikaciją pagal jų kancerogeninį, mutageninį ir toksiškumo reprodukcijai poveikį

Cheminių medžiagų specifinis poveikis	1-os kategorijos cheminės medžiagos	2-os kategorijos cheminės medžiagos	3-ios kategorijos cheminės medžiagos
	Specifinio poveikio cheminių medžiagų pasiskirstymo pagal kategorijas kriterijai		
Kancerogeninis	Pakanka duomenų, įrodančių priežastinį ryšį tarp medžiagos poveikio žmogui ir vėžio išsivystymo	Pakanka duomenų numatyti, kad dėl medžiagos poveikio žmogui gali išsivystyti vėžys. Medžiaga priskiriama šiai kategorijai, remiantis ilgalaikių bandymų su gyvuliukais duomenimis	Žmogui galėtų sukelti vėžį, tačiau tam tinkamai įvertinti nepakanka duomenų (nepakankamas tyrimų skaičius, kai gaunami prieštaringi toksikologinių eksperimentų ir epidemiologinių tyrimų duomenys arba kai neįmanoma atmesti kitų vėžio atsiradimo priežasčių)
Mutageninis	Pakanka duomenų, įrodančių priežastinį ryšį tarp medžiagos poveikio žmogui ir paveldimų genetinių pažeidimų išsivystymo	Pakankama duomenų numatyti, kad dėl medžiagos poveikio žmogui gali išsivystyti paveldimi genetiniai pažeidimai. Medžiaga priskiriama šiai kategorijai, remiantis ilgalaikių bandymų su gyvuliukais duomenimis	Žmogui galbūt galėtų sukelti mutacijas, tačiau nepakanka duomenų priskirti medžiagą 2-os kategorijos mutagenams
Toksiškas reprodukcijai	Pakanka duomenų įrodyti priežastinį ryšį tarp medžiagos poveikio žmogui ir vaisingumo pakenkimo ir (arba) jo palikuonių vystymosi sutrikimų	Pakanka duomenų numatyti, kad dėl medžiagos poveikio žmogui gali būti pakenkta jo vaisingumui ir (arba) sutrikti jo palikuonių vystymasis	Galbūt galėtų pakenkti žmogaus vaisingumui ir (arba) sutrikdyti jo palikuonių vystymąsi, tačiau nepakanka duomenų priskirti medžiagą 2-os kategorijos toksiškųjų reprodukcijai medžiagoms

1-os ir 2-os kategorijos kancerogeninės, mutageninės, toksiškos reprodukcijai cheminės medžiagos ženklinamos pavojingumo simboliu T, nuoroda „Toksiška“. 3-ios kategorijos kancerogeninės, mutageninės, toksiškos reprodukcijai cheminės medžiagos ženklinamos pavojingumo simboliu Xn, nuoroda „Kenksminga“.

Cheminių medžiagų ir preparatų pavojingumo aplinkai kriterijai – toksiškumas dirvožemio, vandens organizmams: dumbliams, dafnijoms, žuvims, paukščiams, išsilaikymas nepakitusios būsenos, jų lėtas biotinis ir abiotinis skaidymas (biodegradacija) aplinkoje, biokumuliacija gyvuosiuose organizmuose, translokacija iš vieno aplinkos komponento į kitą, taip pat iš dirvožemio į augalus, toksiškas poveikis augmenijai, maistinių ir pašarinių kultūrų derlingumui, poveikis ozono sluoksniui ir kt. Cheminės medžiagos ir preparatai, kurių biodegradacija aplinkoje per pirmąsias 10 dienų sudaro mažiau kaip 10 %, o per 28 dienas – mažiau kaip 70 %, priskiriamos blogai besiskaidančioms cheminėms medžiagoms ir preparatams. Cheminių medžiagų pavojingumas vandens organizmams taip pat vertinamas atsižvelgus į jų oktanolio ir vandens pasiskirstymo koeficientą, biokoncentracijos faktorių (BCF), biocheminio ir cheminio deguonies suvartojimo parametrų BDS_5 ir ChDS santykį.

Preparatai laikomi **pavojingais aplinkai**, kai turi ne mažiau kaip 0,1 % aplinkai pavojingo komponento. Cheminių medžiagų toksiškumo kriterijai vandens ekosistemoms pateikti 3.9 lentelėje.

3.9 lentelė. Pavojingųjų cheminių medžiagų klasifikacija pagal poveikį vandens organizmams

Vandens organizmas, cheminės medžiagos poveikio trukmė	Poveikis vandens organizmams, atsižvelgus į pavojingosios cheminės medžiagos koncentraciją, mg/l		
	labai toksiškas	toksiškas	kenksmingas
Žuvys, 96 val., LC_{50}	≤ 1	> 1…≤ 10	> 10…≤ 100
Dafnijos, 48 val., EC_{50}	≤ 1	> 1…≤ 10	> 10…≤ 100
Jūros dumbliai, 72 val., IC_{50}	≤ 1	> 1…≤ 10	> 10…≤ 100

Iš 3.9 lentelėje pateiktų duomenų išeina, kad labai toksiškomis vandens organizmams cheminėmis medžiagomis laikomos tokios cheminės medžiagos, kurių koncentracija ne didesnė kaip 1 mg/*l*, per 96 val. sukelia 50 % žuvų žūtį. Toksiškai veikiančioms vandens organizmus priskiriamos cheminės medžiagos, kurių LC_{50} ne didesnė kaip 10 mg/*l*, kenksmingosioms, kai LC_{50} ne didesnė kaip 100 mg/l. Cheminių medžiagų toksiškumas dafnijoms ir jūros dumbliams vertinamas atsižvelgus atitinkamai į efektyviosios (EC_{50}) ir inhibicijos (IC_{50}) koncentracijos dydžius. **Efektyvioji koncentracija** – tai cheminės medžiagos koncentracija, kuriai esant vandenyje

per 48 val. imobilizuojama (netenka judrumo) 50 % dafnijų. **Inhibicijos koncentracija** – cheminės medžiagos koncentracija, kuriai esant vandenyje per 72 val. perpus sulėtėja jūros dumblių augimas.

Aplinkai pavojingos cheminės medžiagos ir preparatai klasifikuojami priskiriant pavojingumo simbolį N, pavojingumo nuorodą „Aplinkai pavojinga", arba tik rizikos frazes. Labai toksiškos, toksiškos ir kenksmingosios vandens organizmams cheminės medžiagos traktuojamos kaip galinčios sukelti ilgalaikius nepalankius vandens ekosistemų pakitimus (rizikos frazė R53).

Kitos aplinkai pavojingų cheminių medžiagų rizikos frazės – R54 (Toksiškos augmenijai), R55 (Toksiškos gyvūnijai), R56 (Toksiškos dirvožemio organizmams), R58 (Gali sukelti ilgalaikius nepalankius aplinkos pakenkimus).

Cheminės medžiagos, ardančios ozono sluoksnį, ženklinamos pavojingumo simboliu N su nuoroda „Aplinkai pavojinga", priskiriant rizikos frazę R59. Preparatas klasifikuojamas kaip aplinkai pavojingas, jei turi $\geq$ 0,1 % ozoną ardančios medžiagos.

Aplinkos komponentų technogeninė tarša nemažai susijusi su **sunkiaisiais metalais**. Sunkieji metalai – tai elementai, kurių specifinė masė yra didesnė kaip 5 g/cm^3. Sunkieji metalai ir jų junginiai yra plačiai paplitę žemės plutoje ir kitose geosferose, jie yra labai svarbūs gyvųjų organizmų medžiagų apykaitai ir skirtingoms ūkinės veiklos sritims. Cheminio elemento pasaulinės metinės gavybos apimties ir jo klarko (paplitimo žemės plutoje) santykis vadinamas atitinkamo elemento technofiliškumu. Didžiausiu technofiliškumu tarp sunkiųjų metalų pasižymi švinas, gyvsidabris, cinkas, nikelis ir varis, tarp kitų elementų – anglis. Sunkiųjų metalų pasiskirstymas aplinkoje, jų antropogeninis poveikis yra susijęs su jų perkėlimu iš žemės gelmių į jos paviršių ir tolesniu paskleidimu kitose geosferose ir biomasėje. Sunkiųjų metalų perkėlimas į paviršinius pedosferos sluoksnius traktuojamas kaip technogeninė geocheminė apkrova, nuo kurios priklauso toksiškų elementų ir jų junginių patekimas į mitybos grandinę.

Sunkiaisiais metalais daugiausiai teršiamas dirvožemis ir paviršiniai vandens telkiniai. 3.10 lentelėje pateikti duomenys, susiję su kai kurių sunkiųjų metalų kenksmingu poveikiu vandens organizmams. Lentelėje trimis pliusais pažymėtas stiprus toksiškas sunkiųjų metalų poveikis vandens organizmams, dviem pliusais – silpnas toksiškumas, vienu pliusu pažymėtas labai silpnas toksiškumas vandens organizmams. Pateikti duomenys iliustruoja, kad sunkieji metalai nuodija tiek paprasčiausius, tiek labiau išsivysčiusius vandens organizmus, tarp jų – žuvis.

Iš 3.10 lentelėje pateiktų duomenų matyti, kad gyvsidabris ir varis veikia toksiškai visas vandens organizmų rūšis, švinas ir kadmis yra labai toksiški žuvims. Cinkas yra silpnai arba labai silpnai toksiškas. Sunkieji metalai toksiškiausi žuvims, jų toks poveikis šios vandens organizmų klasės atstovams lentelėje, išskyrus cinko poveikį, pažymėtas trimis pliusais.

3.10 lentelė. Sunkiųjų metalų toksiškumas vandens organizmams

Metalas	Vandens organizmai			
	planktonas	vėžiagyviai	moliuskai	žuvys
Gyvsidabris	+++	+++	+++	+++
Švinas	–	+	+	+++
Cinkas	+	++	++	++
Kadmis	–	++	++	+++
Varis	+++	+++	+++	+++

Švino žemės plutoje yra $1,6 \cdot 10^{-3}$ %, pagrindiniai jo turintys mineralai – galenitas (PbS), anglezitas, švino sulfatas ($PbSO_4$), švino karbonatas ($PbCO_3$). Nepaisant švino naudojimo apribojimų, jis dar naudojamas akumuliatoriams, litavimo lydiniams, dažų pigmentams ir sikatyvams, keraminių gaminių glazūrai, plastikų stabilizatoriams gaminti. Pradėjus šviną plačiai naudoti metalurgijos, metalų apdorojimo, radiotechnikos pramonėje, transporto priemonėse, jis tapo globaliniu antropogeniniu teršalu. Nemažai jo susikaupė galutinės sedimentacijos baseinuose – vandens telkinių dumble, pelkėse. Švino randama valomų technologinių įrenginių nuotekų dumble. Čia jis sudaro laikinąją šio sunkiojo metalo sankaupą, iš kurios teršalas gali pasklisti aplinkoje. Laikinosios švino sankaupos taip pat susidaro automagistralių pakelėse. Švino koncentracija vandenynų vandenyje siekia 0,03 μg/*l*, upių vandenyje – 0,2–8,7 μg/*l*, žemės biomasėje sukaupta apie 50 mln. t švino. Žemės 1 km^2 fitomasė fiksuoja 2,87 kg švino, jis yra paplitęs jūrų dumbliuose, jūrų ir žemės paviršiaus gyvūnų organizmuose, kaupiasi samanose, spygliuočiuose. Pramonės įmonių nuotekose švino koncentracija gali siekti kelis gramus litre, jo pasitaiko ir buitinėse nuotekose. Iki praėjusio amžiaus devintojo dešimtmečio švinas naudotas gaminant dažus, kuriuose jo turėjo nebūti daugiau kaip 0,15 % produkto masės. Daugelyje Europos šalių geriamajam vandeniui tiekti naudoti švininiai vamzdžiai arba kitų metalų vamzdžiai, suvirinti švino turinčiu lydmetaliu. Minkštinant vandenį inžineriniuose įrenginiuose arba vartotojų namuose, išsiplovusio švino koncentracija jame gali siekti 50 μg/*l*. Švino gali būti keraminių plytelių glazūroje, krištolo, plastiko gaminiuose, jo yra rūkaluose (vienoje cigaretėje – 1,5–5 μg), cigarečių dūmuose. Šio metalo randama gyvūnų vilnose ir žmogaus plaukuose. Miestų gyventojų kraujyje yra vidutiniškai 10–40 μg/100 ml, kaimo vietovių gyventojų kraujyje – 5–20 μg/100 ml. Daugelyje Europos miestų ir vietovių atliktų tyrimų duomenimis, vidutinė švino koncentracija gyventojų kraujyje svyravo nuo 5 iki 25 μg/100 ml (3.5 pav. spalvotoje įklijoje). Ispanijos provincijoje – Centrinėje Asturijoje – atliktų tyrimų duomenimis, vidutinė švino koncentracija vaikų kraujyje sudarė 14,4 μg/100 ml.

Švino poveikiui jautriausi dirvožemio grybeliai ir bakterijos, asimiliuojančios dirvožemio azotą. Kai švino koncentracija nuotekose siekia 0,07 mg/*l*, sulėtėja biologinis nuotekų valymas. Švino koncentracijai nuotekose padidėjus iki 0,1 mg/*l*, pažeidžiamas aktyvusis valymo įrenginių dumblas. Technogeninės kilmės švinas, susikaupęs dirvožemyje, neigiamai veikia želdinius, mažina maistinių ir pašarinių kultūrų derlingumą, kaupiasi daržovėse ir daržinių kultūrų šakniavaisiuose. Švino tirpūs junginiai (nitratas, chloridas, sulfatas) toksiški vandens organizmams (hidrobiontams), kai išvardytų druskų koncentracija vandenyje siekia 0,1–0,4 mg/*l*. 90 % švino į žmogaus organizmą patenka su maisto produktais. Žmogaus paros maisto racione gali būti daugiau nei 200 µg švino. Toksiška šio metalo dozė žmogui sudaro 3 mg per parą, vaikui – triskart mažesnė.

Švinas kaupiasi žmogaus organizmo audiniuose, veikia nervų, kraujotakos sistemas, vidaus sekrecijos ir kitus organus. Švino junginiai sukelia funkcinius centrinės nervų sistemos sutrikimus (galvos skausmus, svaigimą, atminties susilpnėjimą, miego sutrikimą, ankstesnį nuovargį dirbant, irzlumą), kurie yra vadinami asteniniu sindromu. Ilgainiui konstatuojami rimtesni apsinuodijimo šiuo sunkiuoju metalu požymiai – epilepsijos priepuoliai, haliucinacijos, sąmonės sutrikimai, daugybinis periferinių nervų uždegimas, regėjimo funkcijos sutrikimai, mažakraujystė. Švinas pakenkia medžiagų apykaitai, sukelia B grupės vitaminų stoką (hipovitaminozę), pasižymi teratogeniniu poveikiu, kenkia negimusiam vaikui, pažeidžia vyrų ir moterų lytinių organų funkciją. Švinas, išsiskirdamas iš organizmo su motinos, maitinančios kūdikį, pienu, gali pakenkti žindomo kūdikio sveikatai [130].

Vilniaus mieste atliktų tyrimų duomenimis, vaikams, gyvenantiems švinu labiausiai užterštuose miesto rajonuose, konstatuotas padidėjęs švino kiekis šlapime, dėl odos plaukų maišelių pakenkimo dažniau pasitaikydavo galvos ir blakstienų plikis [131]. Švinas, patekęs į vaikų organizmą, daro didelę žalą jų psichiniam išsivystymui ir intelektui. Nustatyta, kad kai švino koncentracija kraujyje pasiekia 15–25 µg/100 ml, intelekto koeficientas sumažėja 1–3 balais. Švino poveikio bendruomenės intelektui duomenys, atsižvelgus į jos narių ekspoziciją švinu, pateikti 3.6 pav. (spalvota įklija).

Švino acetatas, švino chromatas, kiti švino junginiai, klasifikuojami kaip toksiški (pavojingumo nuoroda T), pavojingi aplinkai (pavojingumo nuoroda N), besikaupiantys organizme, labai toksiški vandens organizmams, gali sukelti ilgalaikius nepalankius vandens ekosistemų pažeidimus, kenkia negimusiam vaikui, gali pakenkti vaisingumui.

Lietuvoje švino, švino acetato, švino oksido ir kitų jo junginių žmonių sveikatai nepavojingas paros koncentracijos gyvenamosios aplinkos ore dydis – 0,3 µg/m^3. Pagal Europos Sąjungos aplinkos oro kokybės norminimo kriterijus nuo 2004 m. gruodžio 31 d. švino metinė ribinė vertė aplinkos ore – 0,5 µg/m^3. Švino koncen-

tracijos dirvožemyje ribinė vertė – 100 mg/kg (foninės koncentracijos dirvožemyje vertė – 15 mg/kg), geriamajame vandenyje – 25 µg/*l*, siektina nuo 2013 m. gruodžio 26 d. – 10 µg/*l*.

Siekiant sumažinti švino poveikio aplinkai ir visuomenės sveikatai riziką, draudžiamas ar ribojamas jo naudojimas, gaminant automobilių kurą, statybinius ir tekstilės dažus, žaislus, kitas vaikų ir būtinąsias prekes.

Gyvsidabrio molekulinė masė – 200,6, specifinė masė – 13,5 g/cm^3, užšalimo temperatūra –38,9 C°, virimo temperatūra – 357,25 C°, garų parcialinis slėgis – 0,0012 mmHg, garai 7 kartus sunkesni nei oras. Gyvsidabrio junginiai (acetatas, sulfatas, jodidas, bromidas, chloridas, nitratas) gamtoje yra pasiskirstę žemės plutoje, sulfidinėse rūdose, taip pat biomasėje. Gyvsidabris kaip teršalas į aplinką patenka deginant kietąjį ir skystąjį kurą (anglis, skalūnus, durpes, mazutą), iš chemijos, elektrotechnikos, prietaisų gamybos įmonių stacionarių taršos šaltinių kaip pavojingosios atliekos (perdegusios liuminescencinės lempos, nenaudotini pesticidai, sugedę prietaisai).

Per pastarąjį šimtmetį gyvsidabrio technogeninė geocheminė apkrova padidėjo apie dešimt kartų. Gyvsidabris yra labai stabilus, todėl, patekęs į dirvožemį, išlieka jame daugelį metų. Gyvsidabris pažeidžia fotosintezės procesą augaluose, sutrikdo jų maistinių medžiagų (nitratų, fosfatų, amonio) pasisavinimą. Gyvsidabrio garai pasižymi fitotoksišku poveikiu, stabdo augalų augimą, skatina augalijos senėjimą. Veikdamas vandens organizmus, gyvsidabris, kai jo koncentracijos vertė vandenyje pasiekia 0,1 µg/*l*, stabdo gyvybinius vienaląsčių dumblių procesus, koncentracijos vertei pasiekus 5–10 µg/*l*, stabdomas žuvų vystymasis. Gyvsidabrio koncentracijos vertė, siekianti 1 µg/*l*, yra slenkstinė, toksiškai veikiant vandens bestuburius (vėžiagyvius, moliuskus). Šiltakraujams organizmams toksiški gyvsidabrio garai, jo organiniai ir neorganiniai junginiai.

Žmogaus ūminio apsinuodijimo gyvsidabrio garais požymiai (bendras silpnumas, karštis, kvėpavimo takų uždegimas, kraujosruvos, burnos gleivinės opos), įkvėpus didelį garų kiekį, pasireiškia per 8–24 val. Po kurio laiko sutrinka virškinimo, inkstų funkcijos, apsinuodijimas gali komplikuotis plaučių uždegimu. Gyvsidabrio junginiai į žmogaus organizmą patenka pro kvėpavimo takus, taip pat su užterštu maistu arba geriamuoju vandeniu, jie kaupiasi smegenų audinyje, kepenyse, inkstuose bei širdies raumenyje, kaulų audinyje ir čiulpuose. Iš organizmo gyvsidabris pasišalina pro šlapimo takus, virškinamąjį traktą, su prakaitu, seilėmis, maitinančios motinos pienu. Žmogaus organizme susikaupęs gyvsidabris veikia nervų sistemą, sukeldamas miego sutrikimus, padidėjusį prakaitavimą, rankų, galvos drebėjimą, judesių koordinacijos sutrikimą. Sutrinka apsinuodijusio žmogaus rašysena, kalba tampa nerišli, susilpnėja atmintis. Gyvsidabris pakenkia virškinimo organų, inkstų funkcijai, sukelia mažakraujystę. Ir gyvsidabrio, ir švino apsinuodijimų ankstyvuoju požymiu laikomas galvos plaukų pažeidimas, dalinis arba net visiškas nuplikimas [132, 133].

Skystas gyvsidabris klasifikuojamas kaip toksiška (T) ir pavojinga aplinkai (N) medžiaga. Organiniai ir neorganiniai gyvsidabrio junginiai klasifikuojami taikant pavojingumo nuorodas T+ (labai toksiška) ir N (pavojinga aplinkai). Metalinio gyvsidabrio ir gyvsidabrio junginių (chlorido, jodido, oksido ir kt.) paros koncentracijos gyvenamosios aplinkos ore ribinė vertė – 0,3 μg/m^3. Gyvsidabrio koncentracijos dirvožemyje ribinė vertė – 1,5 mg/kg, foninės koncentracijos dirvožemyje vertė – 0,075–1,0 mg/kg, ribinės koncentracijos geriamajame vandenyje vertė – 1,0 μg/*l*.

Kobalto lyginamoji masė – 8,84 g/cm^3, jo kiekis žemės plutoje – $18–25 \cdot 10^{-4}$ %, mažiausiai šio metalo aptinkama smėlingame dirvožemyje. Labiausiai yra paplitusios kobalto druskos – acetatas, chloridas, fluoridas, karbonatas, nitratas, taip pat kobalto oksidas. Kobalto junginiai naudojami atspariems metalų lydiniams, suvirinimo elektrodams, dažų pigmentams gaminti. Radioaktyvusis kobaltas ^{60}Co taikomas onkologinių ligų radioterapijai.

Pagrindiniai kobalto patekimo į aplinką technogeniniai šaltiniai – šilumos ir elektros jėgainės, cemento gamybos įmonės, variklinis transportas. Tabako masėje yra 0,5 mg/kg kobalto, o rūkymo dūmuose – 0,5 %. Organinių medžiagų deginimo pelenuose yra $20 \cdot 10^{-4}$% kobalto junginių. Judriųjų automagistralių apsaugos zonų dirvožemio paviršiaus apkrova kobaltu gali siekti keliasdešimt μg/m^2. Kobalto junginiai mažai judrūs neutraliame dirvožemyje, dar mažiau judrūs rūgštiniame, visiškai nejudrūs šarminės reakcijos dirvožemyje.

Kobalto junginiams veikiant dirvožemio gyvuosius organizmus, mažėja dirvožemio fermentinis (proteazinis, invertazinis, katalazinis) aktyvumas. Šio sunkiojo metalo poveikiui jautriausi dirvožemio grybeliai *Aktinomyces*. Kobalto daugiausiai kaupiasi augalų šakniavaisiuose ir vaistų sėklose – du kartus daugiau nei jų antžeminėje valgomojoje dalyje. Jis toksiškas avižoms, ryžiams, žirniams, agurkams, taip pat vandens organizmams – dumbliams, dafnijoms, vaivorykštiniams upėtakiams. Patekę į žmogaus organizmą, kobalto junginiai sutrikdo virškinimo organų funkciją, jų dulkės pažeidžia uoslę, sukelia lėtinį bronchitą, negrįžtamai paveikia plaučius, gali tapti bronchų astmos priežastimi. Veikiant kobaltui, sutrinka riebalų apykaita, kraujyje daugėja cholesterolio, slopinamas fermentų aktyvumas, blokuojama jodo oksidacija ir jo pasisavinimas, dėl to sutrinka skydliaukės hormono tiroksino sintezė. Dėl angliavandenių apykaitos sutrikimo pažeidžiama normali kasos veikla [134].

Kobalto dichloridas ir kobalto sulfatas klasifikuojami kaip toksiški, 2-os kategorijos kancerogenai. Metalinis kobaltas ir kobalto oksidas ženklinami pavojingumo nuoroda Xn (kenksmingas), kobalto sulfidas – pavojingumo nuoroda Xi (dirginantis). Visi kobalto junginiai pavojingi aplinkai, labai toksiški vandens organizmams, gali sukelti ilgalaikius nepalankius vandens ekosistemų pažeidimus, taip pat gali sukelti žmonėms alergiją įkvėpus ir susilietus su oda.

Metalinio kobalto paros ribinės koncentracijos gyvenamosios aplinkos ore dydis – 1 μg/m^3, kobalto sulfato – 0,4 μg/m^3. Kobalto druskų (acetato, chlorido, karbonato

sulfato) vienkartinės (20–30 min.) koncentracijos gyvenamosios aplinkos ore vertės – 1–3 $\mu g/m^3$. Kobalto koncentracijos dirvožemyje ribinė vertė – 30 mg/kg, foninės koncentracijos dirvožemyje vertė – 4,3–6,4 mg/kg.

Nikelio lyginamoji masė – 8,91 g/cm^3, jo kiekis žemės plutoje – $58–75 \cdot 10^{-4}$ %. Nikelio lydiniai naudojami kaip cheminių procesų katalizatoriai, gaminant akumuliatorius, statybinius dažus. Pagrindiniai technogeniniai nikelio aplinkos teršimo šaltiniai – metalų elektrocheminio padengimo technologiniai įrenginiai, skystąjį ir kietąjį kurą deginančios energetikos įmonės, variklinis transportas. Nikelio yra galvaninių įrenginių išvalytų nuotekų dumble, organinio kuro deginimo, miškų gaisrų pelenuose.

Patekęs į aplinkos komponentus su iškritomis arba nuotekomis, nikelis ir jo junginiai kaupiasi dumbliuose, bakterijose, skirtinguose augaluose. Nikelio junginiai ne tokie judrūs rūgštiniame dirvožemyje. Kai dirvožemio pH siekia 7,5–9,5, nikelis transformuojasi į tirpius, judrius ir labai toksiškus junginius.

Nikelio sulfatas ir nikelio chloridas suteikia vandeniui metalinį skonį, drumstumą, taip pat jį nuspalvina. Kai nikelio junginiai veikia augalus, pagelsta ir nukrinta lapai, sulėtėja šaknų augimas, augalai deformuojasi ir žūsta. Patekę į vandens telkinius, nikelio junginiai sutrikdo dumblių fotosintezę, stabdo dafnijų dauginimąsi, sukelia moliuskų, sraigių ir dafnijų (LC_{50} – 1,9 mg/*l*) žūtį, taip pat yra toksiški upėtakiams bei karpiams.

Nikelis, sukeldamas lėtinį žmogaus apsinuodijimą, pažeidžia centrinę nervų sistemą, skydliaukės funkciją, sukelia skrandžio uždegimą, sutrikdo širdies raumens, kepenų, inkstų veiklą. Nikelis, būdamas stipriu alergenu, susiliesdamas su oda, sukelia jos uždegimą ir egzemą. Įkvėpusį nikelio junginių garų arba dulkių žmogų gali ištikti bronchų astmos priepuolis.

Nikelio oksidai (NiO, NiO_2), sulfidas (NiS) ir disulfidas (Ni_3S_2) yra toksiški, priskirti 1-os kategorijos kancerogenams, kiti nikelio junginiai – sulfatas ($NiSO_4$), karbonatas (NiH_2CO_3), dihidroksidas (H_2NiO_2), taip pat metalinis nikelis klasifikuojamos kaip kenksmingosios medžiagos. Nikelio dihidroksidas, karbonatas, sulfidas ir disulfidas pavojingi aplinkai, labai toksiški vandens organizmams, gali sukelti ilgalaikius nepalankius vandens ekosistemų pažeidimus. Metalinis nikelis ir jo junginiai gali sukelti alergiją įkvėpus ir (arba) susilietus su oda.

Metalinio nikelio, nikelio sulfato, nikelio oksido paros ribinės koncentracijos gyvenamosios aplinkos ore vertė – 1 $\mu g/m^3$; nikelio tirpiųjų druskų paros ribinės koncentracijos vertė – 0,4 $\mu g/m^3$; nikelio sulfato ir nikelio tirpių druskų vienkartinės (20–30 min.) koncentracijos gyvenamosios aplinkos ore ribinės vertės – 2 $\mu g/m^3$. Nikelio didžiausia leistinoji koncentracija dirvožemyje – 75 mg/kg, foninė koncentracija – 12–18 mg/kg. Nikelio ribinė koncentracijos vertė vandenyje – 20µg /*l*.

Chromo lyginamoji masė – 7,19 g/cm^3. Jis naudojamas degtukams, dažams, tekstilės pigmentams, rauginimo preparatams gaminti, kailiams apdoroti, metalų galvani-

zacijos procesuose. Į aplinką chromo junginiai patenka su išmetamosiomis dujomis arba išleidžiamomis neišvalytomis nuotekomis. Chromas yra toksiškas nuotekų biologinio valymo įrenginių aktyviojo dumblo mikroorganizmams, vandenyje stabdo deguonies biocheminio suvartojimo apimtis, taip pat stabdo nitrifikacijos procesus. Kai jo koncentracija siekia 5 mg/*l*, konstatuojamas kenksmingas poveikis vandens augalijai. Ypač pavojinga judri šešiavalenčio chromo (Cr^{6-}) forma. Cr^{6-} LC_{50} žuvims – 30–50 mg/*l*, dafnijoms – 0,22 mg/*l*, lašišoms – 0,02 mg/*l*. O Cr^{3-} LC_{50} žuvims – 117 mg/*l*.

Cr^{6-} dirginančio žmogaus kvėpavimo takams poveikio slenkstis – 2,5 μg/m^3. Teršalo aplinkos ore koncentracijai didėjant, stiprėja nosies gleivinės uždegimo reiškiniai – sloga, čiaudulys, kraujingos išskyros. Chromo rūgšties garai gali sukelti ūminį apsinuodijimą, kurio metu nukentėjusysis ima stipriai kosėti ir dusti. Kalio dichromatui sukėlus ūminį apsinuodijimą, labiausiai nukenčia apsinuodijusio žmogaus inkstai, kraujyje ima kauptis medžiagų apykaitos kenksmingi, organizmą nuodijantys produktai. Lėtiniam apsinuodijimui chromo junginiais būdingi kvėpavimo takų, plaučių, skrandžio, kepenų, kasos, inkstų pažeidimo požymiai – apsunkintas kvėpavimas, bronchų astmos priepuoliai, skrandžio skausmai, pykinimas, kiti opaligės, kepenų ir inkstų funkcijų sutrikimo požymiai. Chromo junginiai, susilietę su oda, sukelia jos lėtinį uždegimą ir egzemą.

Chromo trioksidas (CrO_3), chromo oksichloridas (Cl_2CrO_2) yra toksiški, jie yra 1-os kategorijos kancerogenai, oksiduojantys (pavojingumo nuoroda O), ardantys (pavojingumo nuoroda C), pavojingi aplinkai. Kiti šešiavalenčio chromo junginiai klasifikuojami kaip toksiški, pavojingi aplinkai, yra 2-os kategorijos kancerogenai. Visi išvardyti chromo junginiai labai toksiški vandens organizmams, gali sukelti ilgalaikius nepalankius vandens ekosistemų pažeidimus, taip pat gali sukelti alergiją, susilietę su oda [134].

Cr^{6-} paros ir vienkartinės (20–30 min.) ribinės koncentracijos gyvenamosios aplinkos ore vertė 1,5 μg/m^3; Cr^{3-} vienkartinės (20–30 min.) koncentracijos gyvenamosios aplinkos ore ribinė vertė –10 μg/m^3. Didžiausia leistinoji koncentracija dirvožemyje – 100 mg/kg, foninė koncentracija – 30–44 mg/kg. Chromo ribinė rodiklio vertė geriamajame vandenyje – 50 μg/*l*.

Sunkiųjų metalų nuodingo poveikio žmogaus organizmo organų sistemoms, atskiriems organams ir svarbiausioms organizmo funkcijoms apibendrinti duomenys pateikti 3.11 lentelėje.

Iš 3.11 lentelėje pateiktų duomenų išeina, kad visi sunkieji metalai daro kenksmingą poveikį įvairioms organizmo sistemoms ir organams. Daugumos sunkiųjų metalų poveikis yra specifinis, susijęs su konkretaus žmogaus organizmo organo funkcijų pažeidimu. Tačiau kai kurie sunkieji metalai (švinas, gyvsidabris, arsenas, kadmis) pažeidžia normalią skirtingų organų veiklą, sukeldami juose įvairaus pobūdžio pa-

tologinių pokyčių, pasireiškiančius lentelėje išvardytais sveikatos pakenkimais. Kita vertus, 3.11 lentelėje pateikti duomenys gali būti papildyti, atsiradus naujų mokslinio tyrimų duomenų, susijusių su sunkiųjų metalų toksikologija.

3.11 lentelė. Sunkiųjų metalų poveikis sveikatai

Liga ar jos požymis	Sunkieji metalai								
	Pb	Ni	Cr	Cd	Hg	Zn	Cu	Co	As
Mažakraujystė (hematotoksinis poveiks)	+	–	–	–	+	+	–	–	+
Piktybiniai navikai (kancerogeninis poveikis)	+	+	+	+	–	–	–	+	+
Širdies raumens pakenkimas (kardiotoksinis poveikis)	+	+	–	–	–	–	–	–	+
Poveikis reprodukcijos (dauginimosi) funkcijai	+	+	–	+	+	–	–	–	+
Poveikis negimusiam vaikui (teratogeninis poveikis)	+	–	–	+	+	–	–	–	+
Plaučių ligos (pneumotoksinis poveikis)	–	+	+	+	+	+	+	+	–
Kasos ir kepenų ligos (hepatotoksinis poveikis)	–	+	+	–	–	+	+	–	–
Inkstų ligos (nefrotoksinis poveikis)	+	+	+	+	+	–	–	+	–
Nervų sistemos pakenkimas (nefrotoksinis poveikis)	+	+	–	+	+	+	–	–	+
Odos uždegimas, egzema	–	+	+	–	+	–	–	+	+

Amoniakas naudojamas azoto rūgščiai, amonio nitratui, šlapalui, skystosioms trąšoms gaminti, taip pat medicinoje, metalų apdirbimo pramonėje, šaldytuvų ir šaldiklių gamyboje. Amoniako dujų antropogeniniai taršos šaltiniai – neorganinės chemijos, azotinių trąšų gamybos įmonės, gyvulininkystės fermos ir paukštynai. Amoniakas, aplinkos ore reaguodamas su anglies dvideginiu, transformuojasi į amonio karbonatą (NH_4CO_3). Amoniako kvapo aplinkos ore pajutimo slenkstis 0,50–0,55 mg/m^3. Amoniako vandenyje kvapas atsiranda, kai jo koncentracija siekia 37 µg/*l*, vandens prieskonis juntamas, kai koncentracija siekia 5–10 mg/*l*. Amoniako dujos stipriai dirgina kvėpavimo takų ir akių gleivines, gali jas nudeginti, sukelia kosulį, kvėpavimo sutrikimus. Kai amoniako dujų koncentracijos darbo aplinkos ore nuolat siekia

2–5 mg/m^3, konstatuojami patologiniai pokyčiai kraujyje, o kai yra 5–10 kartų didesnė koncentracija, ekspoziciją patiriančius žmones kamuoja lėtinė sloga, kosulys, krūtinės skausmai. Lietuvoje ūminiai darbuotojų apsinuodijimai konstatuoti 1989 m., įvykus technogeninei avarijai tuometinėje azoto trąšų gamybos įmonėje „Azotas“.

Amoniakas klasifikuojamas kaip toksiška, nudeginanti, pavojinga aplinkai cheminė medžiaga (pavojingumo nuorodos T, C, N). Amoniakas degus, toksiškas įkvėpus, nudegina, labai toksiškas vandens organizmams. Amoniako paros ribinės koncentracijos gyvenamosios aplinkos ore vertė – 0,04 mg/m^3, vienkartinės (20–30 min.) ribinės koncentracijos gyvenamosios aplinkos ore vertė – 0,2 mg/ m^3.

Azoto oksidų (NOx) pagrindiniai antropogeniniai taršos šaltiniai – chemijos pramonės įmonės, dujinį kurą deginančios energetikos įmonės ir transportas. Diazoto oksidas (N_2O) – bespalvės dujos, pažeidžiančios centrinę nervų sistemą, tai stiprūs kraujo nuodai. Transformuodamas oksihemoglobiną (O_2Hb) į methemoglobiną (MtHb), diazoto oksidas sutrikdo organizmo audinių aprūpinimą deguonimi. Azoto dioksidas (NO_2) – rūdos dujos, jų dirginanamojo poveikio slenkstis – 0,2 mg/m^3. Kai azoto dioksido koncentracija aplinkos ore siekia 15 mg/m^3, jaučiamas dirginamasis dujų poveikis. Didesnė dujų koncentracija aplinkos ore (didesnė kaip 500 mg/m^3) per trumpą laiką sukelia sunkių bronchų ir plaučių veiklos pažeidimų. Pasveikus sveikatos sutrikimai išlieka ilgam laikui. Lėtinio apsinuodijimo požymiai (lėtinis bronchitas, negrįžtamas plaučių audinio pakenkimas, kraujotakos sutrikimai) atsiranda, kai aplinkos ore azoto dioksido koncentracija ilgą laiką yra ne mažesnė kaip 0,8–5 mg/m^3 [134].

Azoto oksidai klasifikuojami kaip labai toksiškos, įkvėpus, ardančios dujos. Azoto dioksido paros koncentracijos gyvenamosios aplinkos ore ribinė vertė – 40 μg/m^3, vienkartinės (20–30 min.) koncentracijos gyvenamosios aplinkos ore ribinė vertė – 85 μg/m^3. Perkėlus Europos Sąjungos aplinkos oro teršalų norminimo kriterijus, nuo 2004 m. gruodžio 31 d. vienos valandos azoto dioksido aplinkos ore koncentracija neturi būti didesnė kaip 200 μg/m^3, kuri gali būti viršyta ne dažniau kaip 18 kartų per kalendorinius metus. Šio teršalo koncentracijos metinė ribinė vertė – 125 μg/m^3.

Chloras – specifinio kvapo, žaliai gelsvos dujos, jų specifinė masė – 3,2 g/*l*. Gamtoje paplitęs tik deriniuose su kitais elementais. Paplitimas žemės plutoje – $1{,}7 \cdot 10^{-2}$ %. Pagrindiniai mineralai – galitas (NaCl), silvinas (KCl), karnalitas ($MgCl_2 \cdot 6H_2O$) ir kiti. Antropogeniniai teršalo šaltiniai – plastikų gamybos organinės cheminės sintezės įmonės, chloro rūgščių elektrolizės technologiniai procesai, vandens chloravimo išmetamosios dujos.

Chloras žudo vandens mikroorganizmus. Jo baktericidinis poveikis pasireiškia, kai koncentracija vandenyje siekia 1 mg/*l*. Kai chloro koncentracijai vandenyje – 3,5 μg/*l*, slopinami dafnijų reprodukcijos procesai, minimali dafnijoms toksiška chloro koncentracija – 1 μg/*l*. Ežerų planktono fotosintezę veikianti koncentracija – 0,1–0,5 mg/*l*.

Turintys chloro biocidai, balikliai naikina nuotekų valymo įrenginių aktyviojo dumblo mikroorganizmus. Chloro dujų aplinkos ore jutimo slenkstinė koncentracija 0,3 mg/m^3, vandenyje – 0,3 mg/*l*, dirginamojo poveikio koncentracijos ribinė vertė – 0,9–8,7 mg/m^3.

Pavojinga žmogaus gyvybei chloro dujų koncentracija aplinkos ore – 100–200 mg/m^3. Nesunkiai apsinuodijus chloro dujomis, nukentėjęs žmogus jaučia perštėjimą gerklėje, skundžiasi ašarojimu, sausu kosuliu, sunkiu kvėpavimu, ypač iškvepiant. Vidutinio sunkumo apsinuodijimui būdingas balso netekimas, padažnėjęs kvėpavimas, akių deginimo jausmas, rūgštus skonis burnoje. Sunkų apsinuodijimą chloro dujomis lydintys požymiai – sąmonės netekimas, koma, uždusimas, plaučių edema.

Chloras klasifikuojamas kaip toksiška žmogui ir pavojinga aplinkai cheminė medžiaga (pavojingumo nuorodos T, N), labai toksiškas vandens organizmams. Taip pat yra toksiški chloro junginiai (kalio ir natrio chloratai, natrio hipochloritas ir kt.). Chloro paros koncentracijos aplinkos ore ribinė vertė – 30 μg/m^3, vienkartinės (20–30 min.) koncentracijos aplinkos ore ribinė vertė – 100 μg/m^3.

Sieros dioksidas – bespalvės dujos, jų specifinis tankis – 2,9 g/*l*, pagrindiniai antropogeniniai taršos šaltiniai – kietąjį ir skystąjį kurą deginantys įrenginiai. Sieros dioksidas toksiškai veikia augalus, ardo jų žaliosios masės chlorofilą, slopina fotosintezę, mažina maistinių augalų derlingumą.

Sieros dvideginis, patekęs ant gleivinių paviršius, pavirsta sulfito rūgštimi, pasižyminčia dirginančiu poveikiu. Kai sieros dioksido koncentracija aplinkos ore siekia 0,001 %, ima jaustis akių ir kvėpavimo takų gleivinių dirginimo reiškiniai (ašarojimas, kosulys, sloga, užkimimas, skausmas ryjant ir perštėjimas gerklėje).

Vidutinio sunkumo apsinuodijimo atveju nukentėjusiam žmogui ima svaigti galva, jį kamuoja kosulio priepuoliai, pykinimas, nudeginamos gleivinės, kraujuoja iš nosies. Sieros dioksido koncentracija ore, siekianti 0,04–0,05 %, dėl negrįžtamų sveikatos sutrikimų (kraujo apytakos ir kvėpavimo funkcijų nepakankamumo) kelia grėsmę gyvybei. Kai kurie žmonės (tokių yra apie 10 %) yra jautresni šiam teršalui. Jiems sieros dvideginio dujos gali sukelti bronchų astmos priepuolį ir net plaučių edemą. Neigiamas sieros dvideginio poveikis žmogaus organizmui padidėja, kai aplinkos oras tuo pačiu metu yra užterštas dulkėmis. Aplinkos ore esančios dulkių dalelės ant savo paviršiaus adsorbuoja sieros dvideginį, kuris kartu su mažosiomis kietosiomis dalelėmis prasiskverbia į giliuosius kvėpavimo takus ir plaučių alveoles. Tokiu atveju sieros dvideginio dujos, aplenkdamos bronchų sienelių gleivinės paviršių, iš dalies patenka į nutekantį iš plaučių kraujo srautą.

Sinergetinis sieros dvideginio ir dulkių poveikis žmogaus organizmui sukelia lėtinį bronchų uždegimą. Sieros dvideginis neigiamai veikia gamtos gyvūnus, tačiau šio teršalo poveikis gyvūnų organizmui plačiau tyrinėtas eksperimentais, o natūraliomis sąlygomis ištirtas mažai. Sieros dioksidas – toksiškos, ardančios dujos, jų di-

džiausia leistinoji trumpalaikė (20–30 min.) koncentracija gyvenamosios aplinkos ore – 500 µg/m^3, vidutinė paros – 50 µg/m^3. Perkėlus Europos Sąjungos aplinkos oro teršalų norminimo kriterijus, nuo 2004 m. gruodžio 31 d. vienos valandos sieros dioksido aplinkos ore koncentracija neturi būti didesnė kaip 350 µg/m^3. Ji gali būti viršyta ne dažniau kaip 24 kartus per kalendorinius metus. Šio teršalo koncentracijos paros ribinė vertė – 125 µg/m^3, kuri neturi būti viršyta dažniau kaip 3 kartus per kalendorinius metus.

Žmogaus organizmas yra labai jautrus **anglies monoksido** poveikiui. Apsinuodijimams šiomis nuodingosiomis dujomis tenka 17,5 % mirtinų atvejų dėl apsinuodijimų. Trys ketvirtadaliai apsinuodijimų anglies monoksidu įvyksta buityje. Aplinkos oras anglies monoksidu daugiausiai užterštas šalia didžiųjų miestų judriųjų gatvių, jų sankryžose, gaisrų dūmų, aukštakrosnių, cemento, plytų gamybos išmetamųjų dujų poveikio zonose. Anglies monoksidas yra vienas pagrindinių cigarečių dūmų komponentų. Todėl rūkančių žmonių kraujyje šio teršalo yra 3 kartus daugiau nei nerūkančiųjų kraujyje.

Patekęs į žmogaus organizmą, anglies monoksidas jungiasi su kraujo geležies turinčiu pigmentu hemoglobinu. Hemoglobinas, normaliomis sąlygomis jungdamasis su deguonimi ir anglies dvideginiu, perneša deguonį iš plaučių į organizmo audinius, o anglies dvideginį – iš audinių į plaučius ir taip užtikrina fiziologišką kvėpavimo ciklą. Anglies monoksido reakcija su hemoglobinu vyksta pagal (3.6) lygtį:



$$HbO_2 + CO \rightarrow HbCO + O_2. \quad (3.6)$$

Kraujo hemoglobinas su anglies monoksidu jungiasi 200–250 kartų greičiau ir suyra 10 tūkst. kartų lėčiau nei junginyje su deguonimi. Todėl kai aplinkos ore yra 0,1 % anglies viendeginio, daugiau kaip pusė hemoglobino junginio su deguonimi HbO_2 pakeičia karboksihemoglobinas HbCO, nepasižymintis savybe aprūpinti audinius deguonimi. Žmogaus organizmas ima jausti deguonies stygių. Dėl to sutrinka pagrindinės organizmo gyvybinės funkcijos. Pusė anglies monoksido iš žmogaus organizmo pasišalina per 4–6 val. Lengvas apsinuodijimas anglies monoksidu įvyksta, kai jo koncentracija kraujyje sudaro 10–30 %. Apsinuodiję žmonės jaučia galvos skausmą, svaigimą, užimą ausyse, padažnėję kvėpavimas ir pulso tankis. Tačiau išlikus sąmonei, nukentėjusiam pavyksta pačiam išeiti iš užterštos aplinkos. Kai HbCO koncentracija kraujyje siekia 30–50 %, ima reikštis vidutinio sunkumo apsinuodijimo požymiai (dusulys, raumenų silpnumas, sutrinka judesių koordinacija, apalpimas). HbCO koncentracijai kraujyje pasiekus daugiau kaip 50 %, apsinuodijimas anglies monoksidu gali baigtis nukentėjusiojo mirtimi [128]. Anglies monoksido trumpalaikė ribinė vertė aplinkos ore – 5 mg/m^3, vidutinė paros – 3 mg/m^3.

Angliavandeniliai traktuojami kaip vieni dažniausiai pasitaikančių antropogeninių aplinkos teršalų, keliančių pavojų gamtinei aplinkai ir žmonių sveikatai. Angliavande-

niliai į aplinką patenka išgaunant gamtines dujas, naftą, gaminant naftos produktus, juos deginant, eksploatuojant degalines ir sąvartynus. Angliavandeniliai teršia aplinka garuodami iš naftos produktų talpyklų, išsiliedami transportuojant. Angliavandenilių dujos atmosferoje suyra, veikiamos ultravioletinių spindulių ir azoto oksidų. Patekę į paviršinius vandens telkinius, angliavandeniliai kaupiasi hidrobiontuose, dirvožemyje skaidomi veikiant mikroorganizmams.

Pagal molekulės struktūros skirtumus angliavandeniliai skirstomi į sočiuosius (alkanus, parafinus), nesočiuosius (olefinus, alkenus, alkadienus, alkinus), ciklinius, kurie savo ruožtu skirstomi į cikloalkanus ir aromatinius angliavandenilius. Angliavandeniliai, kurių molekulėje yra iki keturių anglies atomų (C_1-C_4), pasižymi dujine agregacijos būsena. Angliavandeniliai, kurių molekulė apibendrintai pavaizduojama formule C_5-C_{15}, yra skysčiai. Ilgesnės grandinės angliavandenilių molekulės suteikia jiems kietųjų kūnų savybes.

Alkanai (metanas, propanas, butanas ir kt.) yra pagrindiniai gamtinių ir suskystintųjų naftos dujų komponentai. Pasaulio jūrų biota fotosintezės procese per metus produkuoja 12 mln. t alkanų. Alkanai sudaro apie trečdalį automobilių išmetamųjų dujų.

Alkenai (etenas, propenas, butenas ir kt.) – bespalvės dujos, kurių yra naftos dujose, degiuosiuose skalūnuose. Alkenų technogeniniai šaltiniai – naftos perdirbimo, organinės sintezės chemijos, metalurgijos pramonės įmonės.

Alkadienai – nesotieji angliavandeniliai su dviem dvigubais ryšiais (1,3-butadienas, 1,3-pentadienas) yra anglių dervos, naftos perdirbimo (krekingo) produktų sudėtinė dalis.

Cikloalkanai atsižvelgiant į molekulės masę gali būti dujinės, skystosios arba kietosios agregacijos būsenos. Jų yra žalioje naftoje, jie gali būti gaminami perdirbant naftą.

Mažiausiai toksiški iš visų angliavandenilių yra alkanai, tačiau žmogui įkvėpus alkanų dujų, centrinėje nervų sistemoje ima vyrauti slopinimo procesai, sulėtėja reakcija į išorinius dirgiklius, jaučiamas mieguistumas. Metanas yra viena pagrindinių šiltinimo efektą sukeliančių medžiagų. Visi alkanai – sprogstamosios dujos, sukeliančios technogenines avarijas anglių šachtose, dujotiekiuose, dujų paskirstymo stotyse, taip pat sprogimus ir gaisrus automobiliuose bei gyventojų butuose. Kiti alkanai pasižymi panašiu poveikiu, tačiau didesnę molekulinę masę turintys cikloalkanai gali kauptis žmogaus riebaliniame audinyje.

Aplinkai ir žmonių sveikatai pavojingiausi aromatiniai angliavandeniliai – benzenas ir jo dariniai (toluenas, ksilenas, etilbenzenas, stirenas). Naftoje yra 16,5–21,9 % aromatinių angliavandenilių, benzine – 30,2–39 %. Aromatiniams angliavandeniliams tenka penktadalis pasaulinės angliavandenilių dujų emisijos, kuri iš stacionarių ir mobiliųjų šaltinių siekia apie 100 mln. t per metus.

Benzenas – bespalvis degusis skystis, turintis nestiprių specifinių kvapų. Antropogeniniai patekimo į aplinką šaltiniai – organinės sintezės, farmacijos, sintetinių dervų, plastikų, lakų, dirbtinės odos, sprogstamųjų medžiagų gamybos įmonių išmetamieji teršalai. Patekęs į dirvožemį, benzenas migruoja į visas žemės ūkio kultūras, ypač koncentruodamasis javuose ir burokėlių šakniavaisiuose. Jo degradacija dirvožemyje įvyksta per 10–20 parų. Benzenas yra toksiškas vandens organizmams. Jo koncentracijos vandenyje kvapo jutimo slenkstis – 0,5 mg/*l*. Pašalinis vandens skonis jaučiamas, kai benzeno koncentracija jame siekia 1,2 mg/*l*.

Ūmus apsinuodijimas benzenu gali įvykti valant talpyklas, naudojant jo turinčius produktus (lakus, dažus), taip pat įvykus technogeninei avarijai. Kvėpavimas benzeno užterštu oru, kuriame yra 2 % šio teršalo, lemia sunkų sveikatos sutrikimą ir net nukentėjusiojo mirtį. Analogiškas pasekmes sukelia 50–70 ml medžiagos, patekusios į organizmą pro burną. Benzenas, patekęs į žmogaus organizmą, daugiausiai koncentruojasi kaulų čiulpuose ir riebaliniame audinyje. Jo oksidacija vyksta kepenyse. Benzeno skilimo produktai iš organizmo pasišalina per 3 dienas. Pagrindiniai ūmaus apsinuodijimo požymiai – galvos skausmai, pykinimas, svyruojanti eisena, sutrikusi sąmonė, traukuliai, kvėpavimo ir kraujotakos reguliavimo centrų sutrikimai. Pašalinus gyvybei pavojingus ūmaus apsinuodijimo požymius, nukentėjęs asmuo kenčia nuo liekamųjų toksiško poveikio reiškinių.

Lėtinis benzeno poveikis žmogaus organizmui yra susijęs su centrinės nervų sistemos funkcijų sutrikimais, kaulų čiulpų, kepenų, funkcijos pažeidimu, toksišku poveikiu širdies raumeniui. Benzenas laikomas 1-os kategorijos kancerogenu, sukeliančiu žmonėms kraujo vėžį. Todėl, remiantis Pasaulio sveikatos organizacijos rekomendacijomis, šiam teršalui nepavojinga sveikatai koncentracijos vertė aplinkos ore nenustatoma. Į suklasifikuotų pavojingų cheminių medžiagų sąrašą benzenas įtrauktas kaip labai degi, toksiška įkvėpus, susilietus su oda ir prarijus, galinti sukelti vėžį medžiaga, kuri, veikdama ilgą laiką, sukelia sunkių sveikatos sutrikimų. Produktų pakuotės, kuriose yra daugiau kaip 0,1 % benzeno, ženklinamos pavojingumo simboliu T (toksiška). Pagal Lietuvoje galiojančių teisės aktų reikalavimus draudžiama buityje naudoti produktus, kuriuose yra ne mažiau kaip 0,1 % benzeno.

Toluenas – bespalvis, skaidrus, specifinio benzino kvapo skystis. Pagrindiniai tolueno patekimo į aplinką šaltiniai – naftos gavyba ir perdirbimas, naftos ir jos produktų saugojimas ir transportavimas. Patekęs į dirvožemio paviršių ar į paviršinį vandens telkinį greitai išgaruoja. Aplinkos ore pusė teršalo per dvi paras oksiduojasi. Gilesniuose dirvožemio sluoksniuose skaidomas bakterijų, ypač greitai skaidomas aktyviojo dumblo bakterijų. Tolueno kvapo pajutimo slenkstinė koncentracija aplinkos ore – 9,4 mg/m^3. Šio aplinkos oro teršalo koncentracijos vertei pasiekus 250 mg/m^3, sutrinka pagrindinės žmogaus darbingumą lemiančios funkcijos – sumažėja raumenų pajėgumas ir ištvermė, sulėtėja reakcija į garso bei šviesos dirgiklius. Ūmaus apsinuodijimo toluenu požymiai atsiranda, kai jo koncentracija aplinkos ore

siekia 1 500–3 000 mg/m^3. Su žmogaus gyvybe nesuderinama tolueno koncentracija ore – 15 000 mg/m^3. Lėtinį apsinuodijimą toluenu lydi nemiga, irzlumas, nuovargis, judesių koordinacijos sutrikimas, galvos smegenų funkcijų pažeidimas [135]. Ilgalaikis ar pakartotinis medžiagos poveikis gali sukelti odos uždegimą (dermatitą). Suklasifikuotų pavojingųjų cheminių medžiagų sąraše toluenas traktuojamas kaip labai degi, kenksminga (Xn) medžiaga, ypač kenksminga prarijus. Tolueno ribinės koncentracijos vertė aplinkos ore – 0,6 mg/m^3.

Angliavandenilis **ksilenas**, kaip ir toluenas, yra benzeno darinys. Žinomi trys šios medžiagos izomerai – o-ksilenas (1,2-dimetilbenzenas), m-ksilenas (1,3-dimetilbenzenas) ir p-ksilenas (1,4-dimetilbenzenas). Ksileno slenkstinė jutimo koncentracija vandenyje – 0,09 mg/*l*. Kai šio teršalo koncentracijos vertė vandenyje siekia 10 mg/*l*, jis stabdo dumblių vystymąsi. LD_{50} vandens organizmams – 22–36,8 mg/*l*, žiurkėms – 3 567 mg/kg, pelėms – 1548 mg/kg. Ksileno išmetimo į aplinkos orą pagrindiniai šaltiniai – organinės sintezės, dažų gamybos, naftos perdirbimo įmonės, automobilių transportas, skystojo kuro degalinės. Tačiau yra žinoma, kad surūkius vieną cigaretę į organizmą patenka 20–48 μg ksileno, kurio 62–64 % absorbuojasi plaučiuose. Apsinuodijimo ksilenu rizika daugiausia susijusi su profesinių veiksnių poveikiu. Ir ūminio, ir lėtinio apsinuodijimo požymiai yra panašūs į apsinuodijimo požymius, veikiant toluenui. Ksileno ribinės koncentracijos vertė aplinkos ore – 0,2 mg/m^3.

Aplinka yra nuolat teršiama **policikliniais aromatiniais angliavandeniliais (PAA)**. Pagrindiniai antropogeniniai aplinkos teršimo šaltiniai PAA yra transportas, pastatų šildymas deginant kietąjį ir skystąjį kurą, tabako dūmai, miškų, durpynų antropogeniniai gaisrai, taip pat PAA užterštos nuotekos. Automobilių vidaus degimo varikliuose deginant dyzelinį kurą, į aplinką išmetamų PAA suma sudaro 960 μg/km, deginant benziną – 170 μg/km, deginant ekologiškas kuro rūšis (suskystintąsias dujas, metanolį ir kt.) – 6–9 μg/km [136]. Miestų aplinkos oro užtaršos PAA fonas sudaro 0,15–19,3 ng/m^3, kaimo vietovių – 0,02–1,2 ng/m^3. Tačiau judrių miesto gatvių sankryžose ir automobilių tuneliuose PAA koncentracija siekia 20–50 ng/m^3. Lietuvos mokslininkų atliktų tyrimų duomenimis, šalies oro aerozolių mėginiuose PAA koncentracija sudaro 0,02–4,0 ng/m^3, Vilniaus mieste – 0,08–18,7 ng/m^3 [137, 138].

Užteršto dirvožemio paviršiuje PAA koncentracija gali siekti 2 mg/kg. Lietuvos dirvožemyje konstatuojamos tokios PAA koncentracijos: iš skirtingų vietovių paimtuose mėginiuose – 0,4–75 μg/kg, Vilniaus miesto pakelių dirvožemio mėginiuose – iki 200 μg/kg. Patalpų, kuriose rūkoma, ore PAA koncentracija gali siekti nuo 1 iki 50 ng/m^3. Žmogaus paros ekspozicija PAA vidutiniškai sudaro 8,2–22,6 μg, iš to skaičiaus iš aplinkos oro į organizmą per parą patenka 0,2 μg, su vandeniu – 0,03 μg, su maistu (šaltai ir karštai rūkyta dešra, žuvimi ir kt.) – 1,6–16 μg, su tabako dūmais aktyviai ar pasyviai rūkant – 6,4 μg [136]. Nepavojinga PAA paros dozė laikoma 0,048 μg, dėl kurios rizika susirgti vėžiu sudarytų 10^6.

Tobulėjant aplinkos teršalų chromatografiniams tyrimams, paimtuose mėginiuose nustatoma vis daugiau PAA. Pagal Europos direktyvos 98/83/EB dėl vandens, skirto žmonėms vartoti, kokybės reikalavimus, vartojamo vandens mėginiuose turi būti tiriami aštuoni PAA atstovai. Šių aplinkoje pasklidusių teršalų žymekliu laikomas dažniausiai tiriamas **benzpirenas**. Jo yra degimo dūmuose, suodžiuose, į aplinkos orą išmetamas deginant visas kuro rūšis, organines atliekas. Benzpirenas taip pat susidaro pirolizės metu kaitinant organines medžiagas 500–800 °C temperatūroje anaerobinėmis sąlygomis. Antropogeninės kilmės benzpireno yra aplinkos ore, dirvožemyje, paviršiniuose vandens telkiniuose. Smogo metu Londone jo koncentracija aplinkos ore siekia 2,2 $\mu g/m^3$.

Patekęs į vandens telkinį, benzpirenas kaupiasi dumbliuose. Kultūriniuose augaluose, auginamuose šalia judrių automagistralių arba benzpireną išmetančių įmonių, šio teršalo kiekis siekia 30–50 µg/kg. Aplinkos komponentuose vyksta teršalo cheminė, fotocheminė ir metabolitinė destrukcija. Apie žmonių ekspoziciją aplinkoje esančiu benzpirenu galima spręsti pagal jo koncentraciją eksponuojamų žmonių šlapime. Šios medžiagos koncentracija neeksponuojamų žmonių šlapime siekia 10–60 ng/*l*, o didžiųjų miestų gyventojų šlapime benzpireno gali būti dešimt kartų daugiau. Atlikus tyrimus dviejose Šiaulių mokyklose, esančiose skirtinguose miesto rajonuose, nustatyta, kad vidutinė benzpireno koncentracija moksleivių šlapimo mėginiuose skyrėsi 1,5 karto. Ji buvo didesnė tiriant moksleivius, lankiusius mokyklą, kuri buvo arčiau intensyvaus automobilių eismo gatvių ir labiau užterštame rajone [139]. Dar ryškesni benzpireno koncentracijos šlapimo mėginiuose skirtumai gauti ištyrus vaikus ir nėščias moteris, gyvenančias skirtinguose užterštumo požiūriu miesto rajonuose. Teršalo koncentracija eksponuojamoje ir kontrolinėje miesto populiacijos grupėse skyrėsi 3–4 kartus [140].

Benzpirenas yra 2-os kategorijos kancerogenas, taip pat 2-os kategorijos mutagenas, jis gali sukelti paveldimus genetinius sutrikimus, kenkia vaisingumui ir negimusiam vaikui. Pavojingas aplinkai (N), labai toksiškas vandens organizmams, gali sukelti ilgalaikių nepalankių ekosistemos pakenkimų. Benzpireno ribinės koncentracijos vertė gyvenamosios aplinkos ore – 1 ng/m^3. Pasaulio sveikatos organizacija nenustato benzpireno referentinės (žmonių sveikatai nepavojingos) koncentracijos aplinkos ore todėl, kad bet kuris šio teršalo kiekis gali sukelti žmogui vėžį. Pagal Lietuvos visuomenės sveikatos priežiūros teisės aktų reikalavimus benzpireno dirvožemyje turi būti ne daugiau kaip 20 µg/kg, geriamajame vandenyje – ne daugiau kaip 10 ng/*l*.

Pastaraisiais metais vis didesnį susirūpinimą kelia **patvarieji organiniai teršalai (POT)**, kurie gali būti pernešami dideliais atstumais tiek su oro masėmis, tiek per vandenį migruojančių gyvūnų. POT ilgą laiką išsilaiko aplinkoje nepakitę. Jie kaupiasi gyvųjų organizmų riebaliniame audinyje ir veikia juos toksiškai. Pagal 2001 m. Stokholme priimtą konvenciją reglamentuojamos 12 patvariųjų organinių teršalų, suskirstytų į 3 grupes: pesticidus, pramonines medžiagas, tarp jų – polichlorintuosius

bifenilus (*PCB*) ir heksachlorbenzeną (*HCB*) bei netikslines medžiagas, tarp jų – polichlorintuosius dibenzo-p-dioksinus (*PCDD*), ir polichlorintuosius dibenzofuranus (*PCDF*). Pagrindiniai POT išmetimo į aplinką šaltiniai – atliekų deginimo ir kai kurių metalų (vario, aliuminio), taip pat metalų lydinių apdorojimo įrenginiai. Polichlorintųjų bifenilų randama atliekų sąvartynų filtrate, gruntiniame vandenyje, maisto produktuose (kiaušiniuose, žuvyse, mėsoje). Jie pažeidžia reprodukcijos funkciją, gali pakenkti negimusiam vaikui, neigiamai veikia vidaus sekrecijos liaukas, centrinę nervų, imuninę sistemą, sukelia alergines ir kitas odos ligas, toksiškai veikia kepenis, gali sukelti vėžį, yra priskiriami 2-ajai kancerogenų kategorijai [141].

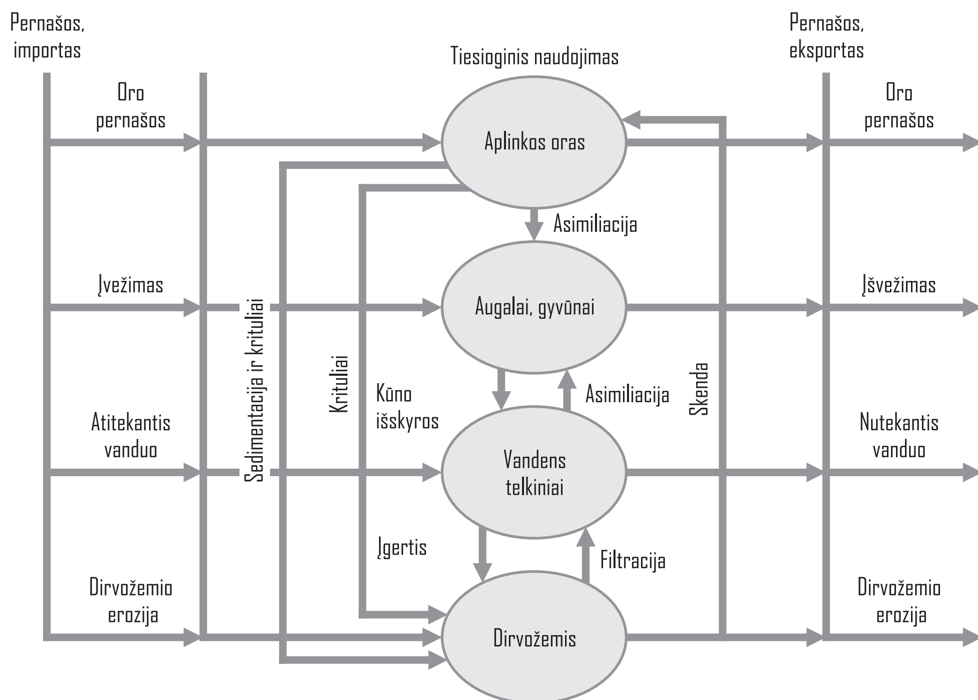
3.3. Augalų apsaugos produktų ir biocidų toksikologija bei ekotoksikologija

Augalų apsaugos produktai skirti augalams ir augaliniams produktams apsaugoti nuo kenksmingų organizmų (vabzdžių, grybelių, puvimą sukeliančių mikroorganizmų), augalų vegetacijos procesams paveikti, piktžolėms ir augalų dalims naikinti. Pagal naudojimo sritis **augalų apsaugos produktai skirstomi į insekticidus,** akaricidus (vabzdžiams, vėžiagyviams, erkėms naikinti), **fungicidus** (grybeliams naikinti), **beicus** (runkelių musėms, spragėms, dryžligių, miltligės sukėlėjams naikinti), **herbicidus** (piktžolėms naikinti), **defoliantus** (augalų lapams naikinti), **desikantus** (augalams džiovinti), **augimo reguliatorius**, **biologinius preparatus** (kultūrinių ir dekoratyvinių augalų daigams apsaugoti nuo puvimo). Augalų apsaugos produktai, skirti augalams nuo kenkėjų ir piktžolių apsaugoti, vadinami **pesticidais** (gr. *pestis* – maras). Pesticidų pasklidimo keliai geosferose ir gyvuosiuose organizmuose pateikti 3.13 pav.

Ūkinė veikla, susijusi su augalų apsaugos produktų veikliųjų medžiagų sinteze, produktų gamyba, jų vežimu, naudojimu, sandėliavimu, yra reikšminga **aplinkosaugos**, **darbuotojų** saugos ir sveikatos bei **vartotojų** sveikatos išsaugojimo aspektais. **Rizika visuomenės sveikatai** kyla dėl galimų profesinių apsinuodijimų gaminant ir naudojant augalų apsaugos produktus, dėl jų likučių išlikimo maistinėse žaliavose, maisto produktuose ir geriamajame vandenyje, neteisingo sandėliavimo bei atliekų šalinimo.

Augalų apsaugai naudojamos ir cheminės medžiagos, ir cheminių medžiagų preparatai. Preparatų poveikis augalų kenkėjams ir piktžolėms yra susijęs su juose esančiomis veikliosiomis medžiagomis. Į augalų apsaugos produktą gali įeiti viena ar kelios veikliosios medžiagos.

Veikliosios medžiagos – tai cheminės sintezės produktai, kuriuose yra reaktingomis savybėmis pasižyminčių elementų arba radikalų. Valstybinės augalų apsaugos tarnybos duomenimis, Lietuvoje leidžiamuose naudoti insekticidų preparatuose gali



3.13 pav. Pesticidų pasklidimas aplinkoje

būti tokių veikliųjų medžiagų: triazomato, β-ciflutrino, α-cipermetrino, δ-metrino, γ-cihalotrino ir kt. Fungicidų gamybai naudojami tebukonazolas, fluazinas, metkonazolas, mankocebas, vario hidroksidas, tolifluanidas, prochlorazė ir kt. Herbicidų preparatų veikliosiomis medžiagomis leidžiama įvardyti dikambą, bentazoną, prometriną, metametriną, klopiralidą, napropamidą, cianaziną, triasulfuroną ir kt. Beicų biocidinį aktyvumą užtikrina imazalilas, dinikonazolas, tritikonazolas ir kt. Biologinio apsaugos produkto „Mycostop“ veiklioji medžiaga – streptomicino grupės antibiotikas *Streptomyces griseoviridis.*

Pagal poveikį gyviesiems organizmams pesticidai suskirstyti į labai toksiškus, toksiškus ir kenksmingus. Pesticidų toksiškumo parametrai, pagrįsti bandymų su gyvūnais duomenimis, pateikti 3.12 lentelėje.

Iš 3.12 lentelėje pateiktų duomenų išeina, kad toksiškiausios yra kietosios veikliosios medžiagos ir pesticidai, patekę į bandomųjų gyvūnų organizmą pro virškinimo organus. Ne tokie toksiški yra tabletėmis pagaminti preparatai. Labai toksiškų pesticidų veikliųjų medžiagų kategorijai priskirti γ-cichalotrinas, primikarbas, metamitronas. Toksiškais pesticidų veikliųjų medžiagų kategorijos veikliosiomis medžiagomis laikomos glifosatas, metribuzinas, difentiuronas ir kitos.

3.12 lentelė. Pesticidų klasifikacija pagal toksiškumą

Pesticidų toksiškumas	Poveikio būdas					
	Pro burną, LD_{50}, mg/kg		Pro kvėpavimo takus, LC_{50}, mg/m^3		Pro odą, LD_{50}, mg/kg	
	kieti	skysti	aerozoliai	dujos	kieti	skysti
Labai toksiški	ne daugiau kaip 5	ne daugiau kaip 25	ne daugiau kaip 250	ne daugiau kaip 500	ne daugiau kaip 10	ne daugiau kaip 50
Toksiški	ne daugiau kaip 50	ne daugiau kaip 200	ne daugiau kaip 1 000	ne daugiau kaip 2 000	ne daugiau kaip 100	ne daugiau kaip 400
Kenksmingi	ne daugiau kaip 500	ne daugiau kaip 2 000	ne daugiau kaip 5 000	ne daugiau kaip 20 000	ne daugiau kaip 1 000	ne daugiau kaip 2 000

Augalų apsaugos produktų veikliosios medžiagos, pasižyminčios biologiniu aktyvumu, gali neigiamai veikti naudotojų ir kitų žmonių sveikatą. Jų kenksmingo poveikio rizika priklauso nuo veikliosios medžiagos toksiškumo, koncentracijos aplinkoje, augalų apsaugos produkto formos (skystis, milteliai, aerozolis), naudojimo būdo (išbarstymas, purškimas) ir sąlygų (aplinkos oro temperatūra, vėjo kryptis, naudojimo vietos vėdinimas), atsargumo reikalavimų laikymosi, tiesioginio sąlyčio su augalų apsaugos produktais vengimo (darbo drabužių dėvėjimas ir asmeninių apsaugos priemonių naudojimas). Pagal galimą kenksmingą poveikį naudotojų sveikatai augalų apsaugos produktai skirstomi į skirtus naudoti tik profesionalams ir tinkamus naudoti sodininkams. Profesionalūs augalų apsaugos produktų naudotojai turi būti apsirūpinę sertifikuota tinkama darbui įranga.

Pesticidų preparatų pavojingumas siejamas su jų sprogstamumo, degumo, oksiduojančiomis savybėmis. Sprogstamieji pesticidai pasižymi galimybe ribotoje erdvėje pakaitinti sprogti arba tam tikromis sąlygomis detonuoti, išskirdami į aplinką egzoterminės reakcijos dujas. Oksiduojantys pesticidai dėl sąveikos su degiomis medžiagomis sukelia egzoterminę reakciją.

Pesticidai gali užsidegti, kai yra saugomi netinkamose pakuotėse, tiesiogiai veikiami saulės spindulių, laikomi arti uždegimo šaltinių, sandėliuojami kartu galintys tarpusavyje reaguoti pesticidai. Lietuvoje užregistruoti neidentifikuotų, netvarkingai kartu sukrautų nenaudotinų pesticidų savaiminio užsidegimo atvejai, kai į aplinkos orą patekdavo pavojingų žmonių sveikatai ir aplinkai degimo dujų.

Daugelis augalų apsaugos preparatų pasižymi kenksmingomis savybėmis vandens organizmams. Herbicidai, į kurių sudėtį įeina metametrono, prometrino, metazachloro, yra toksiški žuvims ir kitiems vandens organizmams. Herbicidas, kuriame yra amidosulfurono, klasifikuojamas kaip kenksmingas vandens organizmams.

Fosforo organinius junginius Antrojo pasaulinio karo metais kariaujančios pusės planavo naudoti karo veiksmuose. 1942 m. sukurtos kovinės medžiagos – tabūnas ir zomanas, 1944 m. – kovinė medžiaga zarinas. Praėjus dešimtmečiui visame pasaulyje paplito nauji fosforo organiniai junginiai, tarp jų – tiofosforo rūgšties eteriai (metaforas, trichlormetafosas, parationas, vofatoksas), difosforo rūgšties ir pirofosforo rūgšties eteriai (chlorofosas, dichlofosas, karbofosas) ir kiti. Fosforo organiniai augalų apsaugos preparatai plačiai paplito dėl veiksmingumo naikinant augalų kenkėjus ir kitus nepageidaujamus gyvuosius organizmus.

Tačiau fosforo organiniai junginiai daro kenksmingą poveikį žmonėms. Jie patenka į organizmą pro odą, kvėpavimo takus, pro burną, greitai rezorbuojasi į kraują ir tolygiai pasiskirsto vidaus organuose, tačiau kiek daugiau kepenyse, inkstuose, plaučiuose [128].

Pusė į organizmą patekusių fosforo organinių junginių oksiduojasi į dar kenksmingesnius nei pradinės medžiagos transformacijos produktus (metabolitus). Herbicidų veiklioji medžiaga parationas (biofosas) organizme virsta ypač nuodingu metabolitu – paraoksonu, kurio LD_{50} sudaro 30 mg/kg.

Pirmieji apsinuodijimo fosforo organiniais junginiais požymiai – bendras silpnumas, galvos skausmas, svaigulys, pykinimas, vėmimas, pilvo skausmai, preparatams į organizmą patekus pro kvėpavimo takus – kosulys, dusulys. Apsinuodiję nukentėję asmenys patiria judesių koordinacijos sutrikimą, traukulius, mirties baimę. Ypač sunkiai apsinuodijus gali atsirasti gerklų, plaučių edema, sutrinka širdies veikla, slopinamas galvos smegenų kvėpavimo centras. Fosforo organiniai junginiai sukelia odos paraudimą, bėrimus. Jiems patekus į akis, parausta ragena, ima ašaroti akys. Fosforo organiniams junginiams būdingas organizmą jautrinantis poveikis, jie sukelia bronchų spazmus, išprovokuoja bronchų astmos priepuolius, odos paraudimą ir niežulį.

Praėjusiame amžiuje buvo plačiai naudojami **chloro organiniai junginiai** – aldrinas, heptachloras, dieldrinas, DDT, heksachloranas ir kt. Chloro organiniai preparatai – kietosios medžiagos tirpsta riebaluose. Į žmogaus organizmą gali patekti pro kvėpavimo takus, pro burną, taip pat pro pakenktą ir nepakenktą odą, kaupiasi riebaliniame audinyje, išsiskiria pro šlapimo organus, pro pieno liaukas, motinai žindant kūdikį. Chloro organiniai augalų apsaugos produktai stipriai dirgina ir pažeidžia nervų sistemą, klasifikuojami kaip kancerogenai. Sunkiai apsinuodijusiems chloro organiniais junginiais nukentėjusiems sutrinka regėjimas, kepenų, inkstų funkcija, pažeidžiami širdies raumuo, plaučiai. Įkvėpę preparatų dulkių, apsinuodiję asmenys ima stipriai kosėti, kartais dusti, jiems užgula nosį, gali pasirodyti kraujingų išskyrų. Chloro organiniai preparatai, susilietę su oda, ją dirgina. Pagrindiniai centrinės nervų sistemos pakenkimo reiškiniai – nuovargis, depresija, sunkiai apsinuodijus – psichikos sutrikimas, traukuliai, raumenų skausmai.

Taip pat toksiški arba labai toksiški yra kiti pesticidai – dinosebas (dinitrobutilfenolis), nitrofenas. Visos išvardytos medžiagos dėl savo toksiškumo Lietuvoje uždraustos naudoti.

Augalų apsaugos produktų pakuotės ženklinamos specialiosiomis rizikos ir saugos frazėmis. Toksiškų (patekus į akis produktų) pakuotės žymimos rizikos fraze Rž1. Rizikos frazė Rž2 reiškia, kad produktas gali sukelti fotosensibilizaciją (odos padidėjusį jautrumą saulės spinduliams). Kai augalų apsaugos produktas pasižymi ardomuoju poveikiu, t. y. gali sukelti akių ir odos nudegimą, naudotojas apie tai informuojamas rizikos fraze Rž3. Taip žymima metilo bromido pakuotė.

Saugos frazė S1 draudžia užteršti vandenį augalų apsaugos produktu ir jo pakuote. Tokiu draudžiamuoju užrašu žymimos insekticidų pakuotės, jei jose yra α-cipermetrino, deltametrino, fungicidų pakuotės, kai preparatuose yra polichlorazės, ciprodinilo, tolyfluanido, krezoksim metilo. Analogiškas žymėjimo reikalavimas nustatytas herbicidų pakuotėms, kai preparatuose yra amidosulfurono, natrio propoksikarbozono, trisulfuronmetilo, 2,4-dichlorfenoksiacto. Draudžiama naudoti arčiau kaip 10 m nuo vandens telkinių paviršių augalų apsaugos produktus, kurių veikliosios medžiagos yra β-ciflutrinas, spirodiklofenas, ditianonas, vario hidroksidas, trifosulfuronas, fenmedifanas.

Saugos frazės So1-So5 informuoja augalų apsaugos produktų įrangos operatorius apie apsaugos priemones: saugų pakuotės atidarymą, apdorotų patalpų vėdinimą, apie veiksmus produktui patekus ant odos, jam užsidegus ir kt. Augalų apsaugos produkto pakuotėje turi būti įrašyta nuoroda: „Prieš naudodami augalų apsaugos produktą perskaitykite naudojimo instrukciją".

Pagal Augalų apsaugos įstatymo reikalavimus į Lietuvos Respubliką gali būti įvežami tik įregistruoti augalų apsaugos produktai. Registracijos procedūrą atlieka Augalų apsaugos tarnyba prie Lietuvos Respublikos žemės ūkio ministerijos. **Įregistruojami tie augalų apsaugos produktai,** kurių veikliosios medžiagos įrašytos į leidžiamų naudoti veikliųjų medžiagų sąrašą, taip pat **jeigu nustatyta, kad augalų apsaugos produktas:**

- **pakankamai veiksmingas**, naikindamas augalų kenkėjus arba veikdamas nepageidaujamus augalus;
- **naudojamas pagal paskirtį** ir laikantis nustatytų naudojimo reikalavimų **nedaro neigiamo poveikio** kitiems augalams, gyviesiems organizmams, žmogaus sveikatai ir aplinkai;
- **neilgai išlieka ir nėra judrus** aplinkoje.

Į augalų apsaugos produktų sąrašą įtraukiami tik tie produktai, kurių ištirtos **fizikinės ir cheminės, toksikologinės bei ekotoksikologinės savybės**, **parengti analitiniai metodai** jo veikliosios medžiagos likučiams dirvožemyje, vandenyje, maistinėse kultūrose identifikuoti, taip pat nustatytos likučių koncentracijų didžiausios ribinės vertės augaluose ir augaliniuose produktuose.

Augalų apsaugos produktų registracijos procedūros metu vertinamas jų fitotoksiškumas, pavojingumas žmonėms, gyvūnams ir aplinkai, augalų vegetacijos stadija, tinkamiausia produktui naudoti, naudojimo sritis, kiekis, dažnumas, galimas poveikis kitiems augalams, išlikimas dirvoje. Išaiškinamas galimas augalų apsaugos produkto

naudotojo (operatoriaus) sąlytis su produktu, nustatomas didžiausias ribinis produkto (veikliosios medžiagos) kiekis, kuris nekenkia operatoriaus sveikatai (angl. *Acceptable operator exposure level*). Parametras nustatomas atsižvelgus į produkto masę ir operatoriaus kūno masę, jo vertė išreiškiama mg/kg. Vertinamos produkto poveikio rizikos mažinimo priemonės, pakuotės ir jos žymėjimo bei saugos reikalavimų atitiktis. Pakuotė turi būti pagaminta taip, kad jos negalėtų atidaryti vaikai, ji turi būti patogi naudojant produktą, o kai tampa atlieka – nesunkiai šalinama. Informacija apie augalų apsaugos produkto veikliąją medžiagą ir kitus pavojingus komponentus turi būti pateikta nustatytos formos preparato saugos duomenų lape.

Augalų apsaugos produktai, įregistruoti vienoje iš Europos Sąjungos šalių, kurios klimatas yra panašus į Lietuvos klimatą, mūsų šalyje įregistruojami supaprastinta tvarka, nereikalaujant papildomų veiksmingumo ir kitų tyrimų duomenų.

Siekiant apsaugoti aplinką, naudojamus augalų apsaugos produktus draudžiama purkšti iš lėktuvų, purkšti žydinčius augalus, taip pat draudžiama augalų apsaugos produktų vežimo transporto priemones, užterštą naudojimo įrangą padaryti nekenksmingą šalia upių, ežerų, tvenkinių, kitų vandens telkinių.

Didžiausius leidžiamus pesticidų kiekius maisto produktuose reglamentuoja Lietuvos higienos norma HN 54:2003 [142]. Pesticidų likučiais laikomos pesticidų, jų metabolitų, toksinių skilimo arba reakcijos produktų liekanos, išlikusios maisto produkte arba ant jo paviršiaus. Didžiausios leidžiamos pesticidų koncentracijos nustatomos atsižvelgus į jų pokyčius, vykstančius dėl maisto produktų džiovinimo, praskiedimo, perdirbimo būdo, taip pat atsižvelgus į užteršto komponento dalį maisto produkte.

Į pesticidų sąrašą, kuriems nustatytos didžiausios leidžiamos koncentracijos maisto produktuose, įeina 205 pavadinimai, tarp jų – anglies tetrachloridas, deltametrinas, difenilaminas, dinosebas, DDT, glifosatas, heksachlorbenzenas, karbofuranas, lindanas, manebas, parationas, tiramas ir kt. Pesticidai aldrinas, dieldrinas, disulfotonas, eldrinas, fentinas, heptachloras ir kiti neturi būti naudojami žemės ūkio produktams, skirtiems gaminti kūdikių maisto mišinius. Lietuvos higienos normoje HN 97:2004 [143] **nustatytos augalų apsaugos produktų veikliųjų medžiagų,** esančių dirvožemyje, vandenyje, atmosferoje ir darbo aplinkos ore, koncentracijų **didžiausios ribinės vertės.**

Pagal Lietuvos higienos normos HN 63:2003 [144] reikalavimus parengtas **draudžiamų įvežti, gaminti ir naudoti Lietuvoje, taip pat leidžiamų naudoti tik profesionalams pesticidų veikliųjų medžiagų sąrašas.** Draudžiamiems priskirti tie pesticidai, į kurių sudėtį įeina toksiškos, tarp jų – vėžį sukeliančios, labai toksiškos, toksiškos reprodukcijai veikliosios medžiagos: arsenas ir jo junginiai, chlordanas, dieldrinas, dinosebas, DDT, heptachloras, nitrofenas, parationas, polichlorintieji bifenilai ir kt. Tik profesionalams leidžiama naudoti pesticidus, kuriuose yra labai toksiš-

ko aliuminio fosfido, vėžį sukeliančio ir toksiško reprodukcijai etileno oksido, labai judraus dirvoje, toksiško žuvims, antrosios kategorijos kancerogeno simazino ir kt.

Biocidai – tai cheminės medžiagos arba preparatai, skirti gyviesiems organizmams, galintiems pakenkti žmonių sveikatai arba pasižymintiems kitu nepalankiu poveikiu, kontroliuoti. Į Lietuvos nacionalinę teisę perkelti Europos Parlamento ir Tarybos direktyvos 98/8/EB dėl biocidų tiekimo į rinką (Biocidų direktyva) reikalavimai. Europos Komisija 2003 m. priėmė Biocidų direktyvą papildantį dokumentą, kuriame paskelbė žinomų veikliųjų medžiagų sąrašą.

Pagal Biocidų autorizacijos ir registracijos nuostatuose pateiktą klasifikaciją **biocidai suskirstomi į keturias pagrindines grupes ir 23 tipus**. **Pirmajai pagrindinei grupei priklauso dezinfektantai ir bendrosios paskirties biocidai:** produktai, naudojami asmens higienai, skirti orui, paviršiams, plaukimo baseinams, pirtims, oro kondicionavimo sistemoms ir kt. dezinfekuoti. Pirmoji pagrindinė biocidų grupė taip pat apima veterinarinės higienos biocidus, maisto ir pašarų dezinfektantus, geriamojo vandens dezinfekavimo produktus. **Antrajai pagrindinei grupei priskirti** medienos, plėvelių, pluošto, odos, technologinių skysčių antiseptikai, dumblių naikinimo produktai (slimicidai). **Trečioji pagrindinė grupė** apima kenkėjų naikinimo produktus – rodenticidus (pelių, žiurkių, kitų graužikų naikinimo produktus), avicidus (paukščių naikinimo produktus), piscicidus (žuvų naikinimo produktus), taip pat produktus, skirtus nepageidaujamiems gyvūnams atbaidyti (repelentai) arba privilioti (atrakantai). **Ketvirtajai pagrindinei biocidų grupei** priskirti kiti biocidai (puvimą stabdantys produktai, balzamavimo skysčiai ir kt.).

Teisė tiekti biocidus į Lietuvos rinką suteikiama atlikus jų autorizacijos arba registracijos procedūras. Autorizacijos procedūra taikoma potencialiai pavojingiems biocidams, o maža rizika pasižymintys biocidai gali būti platinami, kai yra įregistruojami. Pagal Biocidų autorizacijos ir registracijos nuostatų reikalavimus biocidiniai preparatai ir jų likučiai, laikantis naudojimo saugos reikalavimų, neturi daryti kenksmingo poveikio žmonių ir gyvūnų sveikatai, kuris atsiranda dėl aplinkos oro, maisto, pašarų, geriamojo vandens užterštumo.

Visa informacija apie bet kurį biocidą arba jo veikliąją medžiagą surašoma nustatyto turinio dosjė. Dosjė – tai dokumentai ir kiti duomenys, būtini biocido veiksmingumui ir saugos ekspertizei atlikti. Pagal Biocidų autorizacijos ir registracijos taisyklių reikalavimus biocidų dosjė ekspertizė atliekama siekiant nustatyti jų poveikį žmogaus organizmui, gyvūnams, aplinkos komponentams, kitą nepageidaujamą poveikį, efektyvumą naudojant pagal paskirtį.

Biocido veikliosios medžiagos dosjė pateikiami duomenys apie veikliosios medžiagos gamintoją, platintoją, taip pat informacija apie veikliosios medžiagos fizikines ir chemines savybes (santykinę masę, virimo, lydymosi, užšalimo temperatūrą, garų slėgį, spalvą, tirpumą vandenyje, rūgštingumą, terminį stabilumą, degumą, pliūpsnio, savaiminio užsidegimo temperatūrą, sprogumą, oksidavimosi savybes, reakcijas su

kitomis cheminėmis medžiagomis ir kt.). Nurodomi identifikavimo metodai ore, dirvožemyje, vandenyje, biologinėse terpėse (kraujyje, šlapime, organizmo audiniuose). Pateikiama informacija, susijusi su biocidinio preparato veiksmingumu, nurodoma jo funkcija (dezifektantas, antiseptikas ir kt.), biocido veikimo būdas, pateikiami duomenys apie numatomus naikinti arba kitaip kontroliuoti organizmus, numatomas naudoti veikliosios medžiagos koncentracijas.

Vertinant biocido veikliosios medžiagos arba preparato poveikį žmogaus organizmui, nagrinėjami ūminio ir lėtinio toksiškumo eksperimentų duomenys, dirginančios, ardančios, jautrinančios savybės, mutageniškumas, kancerogeniškumas, toksiškumas reprodukcijai, neurotoksiškumas, taip pat kiti poveikiai, susiję su medžiagos ar preparato fizikinėmis, cheminėmis ar kitomis specifinėmis savybėmis.

Vertinant biocido veikliosios medžiagos poveikį gyviesiems organizmams, nagrinėjami ūmaus toksiškumo žuvims, dafnijoms, dumblių, mikroorganizmų augimo slopinimo, biokoncentracijos duomenys, apykaita aplinkoje, biotinis ir abiotinis suirimas, fototransformacija, hidrolizė priklausomai nuo vandens pH vertės, absorbcijos ir desorbcijos procesai.

Privaloma dosjė informacijos dalis, kurioje pateikiami duomenys, susiję su žmonių, gyvūnų ir aplinkos apsaugos priemonėmis, nurodomos degimo, oksidavimosi ir kitų reakcijų metu išsiskiriančios dujos, jų keliami pavojai sveikatai, gaisrų ir avarijų likvidavimo priemonės, taip pat pirmosios medicinos pagalbos bei asmeninės apsaugos priemonės. Ypatingas dėmesys turi būti kreipiamas į teisingą biocidinės veikliosios medžiagos klasifikaciją atsižvelgus į jos poveikį žmonių sveikatai, gyvūnams bei augalijai, taip pat į biocidinio preparato pakuotės žymėjimą nurodant pavojingumo simbolį ar kelis simbolius, rizikos ir saugos frazes, susijusias su saugiu preparato naudojimu, saugojimu bei kitomis prevencijos priemonėmis. Tiekiamų į rinką biocidų veikliųjų medžiagų sąrašas patvirtintas Europos Komisijos dokumentu. Sąraše pateikiami veikliųjų medžiagų pavadinimai, jų EB ir CAS kodai, pagrindinė naudojimo sritis.

3.4. Aplinkos biologinė tarša ir jos reikšmė užkrečiamųjų ligų paplitimui

Aplinkos komponentų biologine tarša – tai grybeliai, vabzdžiai, parazitai, mikroorganizmai (bakterijos, virusai, vienaląsčiai pirmuonys). Biologiniams teršalams taip pat priskiriamos baltymų dalelės, tarp jų – prionai, sukeliantys smegenų kempinligę, žiedadulkės, genetiškai modifikuoti organizmai. Pagrindiniai technogeninės biologinės taršos išmetimo objektai yra antibiotikų, fermentų, baltyminių, kitų biologinių preparatų, tarp jų – baltyminių pašarų priedų gamybos įmonės, gyvulininkystės, paukštininkystės, gyvūninės kilmės maistinės žaliavos apdorojimo įmonės, nekon-

troliuojami sąvartynai, virusologijos, mikrobiologijos, parazitologijos klinikinės ir mokslinio tyrimo laboratorijos, vivariumai, buitinių ir kitų užkrečiamųjų ligų sukėlėjais užkrėstų nuotekų valyklos. Užkrečiamųjų ligų sukėlėjams priskiriami helmintai, grybeliai, pirmuonys, bakterijos, virusai ir kiti mikroorganizmai, jų dalys, gemalai, galintys sukelti žmonių užkrečiamąsias ligas.

Aplinkos oro biologinės taršos šaltiniai yra kvėpavimo takų užkrečiamomis ligomis (gripu, kitomis virusinėmis infekcijomis, tuberkulioze) sergantys žmonės ir gyvūnai, kurie gali būti ligas sukeliančių mikroorganizmų tarpiniais šeimininkais. Per aplinkos orą plinta ir kai kurios kitos žmogaus užkrečiamosios ligos – tymai, difterija, vėjaraupiai, skarlatina ir kt. Nepaisant oro bakteriologinio užterštumo rizikos žmonių sveikatai, užkrečiamųjų ligų sukėlėjai aplinkos ore nėra sistemingai stebimi. Bakteriologiniam oro užterštumui grėsmę kelia bakteriologinio ginklo kūrimo ir gamybos įmonės, šio ginklo naudojimas teroro aktams vykdyti.

Pagrindiniai **biologiniai hidrosferos teršalai,** sukeliantys užkrečiamas ligas, yra: žarninė lazdelė (*Esherichia coli*) (3.7 pav. spalvotoje įklijoje), vidurių šiltinės bakterija (*Bacteria typhi abdominalis, Salmonella typhi*), dizenterijos bakterija (*Shigella*), choleros vibrionas (*Vibrion cholerae asiaticae*), leptospirozės sukėlėja leptospira (*Leptospira*), tuliaremijos sukėlėjas (*Bacilla tularense*), bruceliozės sukėlėja (*Brucella melitensis*). Išvardyti mikroorganizmai į vandens telkinius patenka su neišvalytomis gyvenviečių, laivų, gyvulininkystės įmonių, veterinarijos gydyklų ir kitų biologinės taršos šaltinių nuotekomis. Dirvožemį ir vandens telkinius gali užteršti gyvulių ir paukščių mėšlas, kurio 1 grame bakterijų kiekis gali siekti 10^9 individų. Vandens užterštumo žmonių ir gyvūnų išmatomis rodikliu taip pat gali būti enterokokai ir streptokokų bakterijos – išmatų enterokokas (*Enterococcus faecalis, Enterococcus faecies*), jaučių streptokokas (*Streptococcus bovis*) ir kt. Kitas vandens užterštumo indikatorius yra žarninis bakteriofagas, kuris prasiskverbia į bakterijos *Esherichia coli* ląstelę. Bakteriofagai užteršia buitinių nuotekų vandenį ir yra patvaresni nei bakterijos, todėl pagal bakteriofagų kiekį išvalytose nuotekose sprendžiama apie jų išvalymo kokybę.

Biologiniai teršalai vandenyje išgyvena atsižvelgiant į aplinkos sąlygas – vandens temperatūrą, insoliaciją, judrumą, vandens kiekį telkinyje, savaiminio apsivalymo sąlygas, vandens dezinfekavimo priemonių naudojimą ir jų veiksmingumą. Mikroorganizmai nevienodai išgyvena steriliame, vandentiekio, šulinių, ežerų ir upių vandenyje. Vidurių šiltinės bakterija steriliame vandenyje gali žūti jau po 6 dienų, šulinio vandenyje išgyvena kelis mėnesius, smarkiai užterštame upės vandenyje – apie 200 dienų. Kai kurie patogeniniai vandens mikroorganizmai yra patvarūs aukštai temperatūrai. Bakterija *Esherichia coli* ir kitos šilumai atsparios koliforminės bakterijos (*Klebsiella, Enterobacter, Citrobacter*) atlaiko 44–45 °C temperatūros poveikį. Ypač gerai vandenyje išsilaiko bakterijos *Clostridium perfringens* sporos. Jos į vandens telkinius patenka iš įvairų šaltinių ir gali atlaikyti net dezinfekavimo medžiagų poveikį.

Per vandenį plinta šios užkrečiamos ligos: vidurių šiltinė ir paratifas, bacilinė dizenterija (šigeliozė), cholera, infekcinis hepatitas, poliomielitas, amebinė dizenterija. Užkrečiamųjų ligų sukėlėjai palankiomis sąlygomis vandenyje greitai dauginasi. Galimybė susirgti per vandenį plintančia infekcija priklauso nuo mikroorganizmų koncentracijos vandenyje, jų invazinių savybių, patogeniškumo, žmogaus natūralaus arba dirbtinio imuniteto. Invazinės mikroorganizmų rūšys gali sukelti susirgimą net ir esant mažai jų koncentracijai užkrėstame vandenyje.

Mikroorganizmai iš buitinių nuotekų valymo įrenginių patenka į dumblą, turintį daug organinių medžiagų. Mikroorganizmai, patekę į dumblą, jį perdirba. Neapdorotame nuotekų dumble aptinkama smulkių mikroorganizmų ir stambesnių pedobiontų – nepakitusių askaridžių, kitų helmintų kiaušinėlių, lervų, pirmuonių, grybelių, vabzdžių. Aikštelėse esančiame dumble atsiranda kitų gyvųjų organizmų – sliekų, erkių, kitų bestuburių gyvūnų, musių kiaušinėlių, jų lervų ir kt. Mikroorganizmų kiekis neapdorotame nuotekų valymo įrenginių dumble priklauso nuo sunkiųjų metalų kiekio. Sunkieji metalai, teršiantys dumblą, toksiški pedobiontams, todėl jų kiekis tokiame dumble gerokai mažesnis. I. Eitmonavičiūtės ir Z. Bagdonavičienės duomenimis, askaridžių kiaušinėlių koncentracija mažai užterštame sunkiaisiais metalais dumble sudarė 526,8 tūkst. ind./m^2, o smarkiai užterštame dumble – 16,2 tūkst. ind./m^2. Autorės taip pat nustatė, kad sunkieji metalai migruoja į dumble esančius gyvūnų organizmus. Užteršto mikroorganizmais dumblo kenksmingumas naikinamas jį rauginant, džiovinant iki 10–20 % drėgmės, apdorojant cheminiais preparatais. Dumblą kaitinant iki 80 °C, užkrečiamas ligas sukeliantys mikroorganizmai žūsta per 10 min. [145].

Ligas sukeliantys mikroorganizmai, kirmėlių kiaušinėliai į **dirvožemį** patenka su užkrato turinčiais teršalais. Skirtingų patogeninių mikroorganizmų išgyvenimo trukmė dirvožemyje nevienoda. Vidurių šiltinės ir paratifo sukėlėjai išgyvena iki 400 parų, šigeliozės sukėlėjai – iki 100 parų, choleros vibrionas – ne daugiau kaip 15 parų, poliomielito virusas – ne ilgiau kaip 150 parų. Kai kurių mikroorganizmų (juodligės, botulizmo, dujinės gangrenos) sporos dirvoje išgyvena ištisus metus ir net dešimtmečius. Stabo lazdelė (*Bacteria tetani*) pasitaiko daugumoje dirvožemio mėginių, botulizmo bakterija (*Clostridium botulini*) užkrėsta 30–70 % dirvožemio mėginių.

Mikroorganizmai, mintantys negyvų organizmų ląstelėmis, organinių atliekų maistingosiomis medžiagomis, vadinami **saprofitais**. Saprofitai, gyvendami žmogaus organizme, dalyvauja maisto virškinimo procese, jie naudojami biologinio valymo įrenginiuose, kur skaido nuotekų organines medžiagas.

Mikroorganizmai, sukeliantys užkrečiamas ligas, priskiriami **patogeninių** mikroorganizmų kategorijai. Patogeniniai mikroorganizmai į žmogaus organizmą gali patekti tiek iš vidinių, tiek iš išorinių šaltinių. Vidiniai patogeninių mikroorganizmų šaltiniai – tai oda, nosies, burnos, žarnyno, šlapimo takų, lytinių organų gleivinės.

Išoriniais patogeninių mikroorganizmų šaltiniais laikomi užsikrėtę užkrečiamąja liga žmonės, kurių liga yra įvairios stadijos – inkubacinis periodas, sirgimas ir sveikimas, taip pat kiti išoriniai veiksniai (sergantys arba užsikrėtę gyvūnai, užterštas dirvožemis, vanduo).

Biologinė tarša į aplinką patenka su apkrėstais aerozoliais. Biologinių teršalų patekimo į žmogaus organizmą šaltiniai ir būdai pateikti 3.13 lentelėje.

3.13 lentelė. Biologinių aplinkos teršalų patekimo į žmogaus organizmą būdai [146]

Aplinkos komponentas	Oras	Vanduo, maistas	Dirvožemis
Biologinės taršos agentas	Mikroorganizmai	Mikroorganizmai, pirmuonys	Mikroorganizmai, kirmėlių kiaušinėliai
Užkrato šaltinis	Sergantis žmogus	Vanduo, graužikai	Gyvūnai
Perdavimo būdas	Tiesioginis	Vartojant vandenį, maistą	Pro pakenktą odą, su maistu

Biologinės medžiagos pagal jų sukeliamos infekcijos rizikos dydį **suskirstytos į keturias grupes**. **Pirmajai grupei** priskirtos biologinės medžiagos, kurios negali žmogui sukelti užkrečiamosios ligos. **Antrajai biologinių medžiagų grupei** priskirtos medžiagos, sukeliančios ligas, kurių galima nesunkiai išvengti taikant profilaktikos priemones. **Trečiosios ir ketvirtosios grupės** biologinės medžiagos sukelia sunkias ligas. Tos užkrečiamųjų ligų sukėlėjų grupės klasifikuojamos atitinkamai kaip labai kenksmingos ir ypač kenksmingos, keliančios plataus paplitimo visuomenėje riziką. Tačiau ketvirtosios grupės biologinės medžiagos, skirtingai nuo trečiosios grupės biologinių medžiagų, sukelia sunkiai išgydomas ligas, kurioms išvengti nėra veiksmingų profilaktikos priemonių.

Biologinės taršos rizika žmonių sveikatai priklauso nuo mikroorganizmų ir kitų biologinės taršos agentų užkrečiamumo, t. y. nuo jų savybės sukelti ūmią, kartais pavojingą gyvybei, greitai plintančią užkrečiamąją ligą (ypač pavojingą infekciją), taip pat nuo patvarumo, sugebėjimo išsaugoti užkrečiamumą nepalankiomis aplinkos temperatūros, drėgmės sąlygomis.

Užkrečiamųjų ligų paplitimas taip pat priklauso nuo patekusios į žmogaus organizmą biologinės taršos agento dozės, aplinkos ir gyvenimo sąlygų, tiekiamo geriamojo vandens kokybės, gyventojų tankio, žmogaus amžiaus, fiziologinės būsenos ir sveikatos būklės, jo specifinio bei nespecifinio imuniteto, bendros gyventojų sanitarinės kultūros.

PSO duomenimis, besivystančiose šalyse mirtingumui nuo užkrečiamųjų ligų tenka daugiau kaip 2/5 visų gyventojų mirčių. Ypač pavojingomis, globaliniu mastu plintančiomis ligomis laikomas gripas, pastaruoju metu – paukščių gripas, juodligės

plaučių forma, ūminės žarnyno infekcijos – cholera, vidurių šiltinė, tuberkuliozė, maliarija, raupai, ŽIV – žmonių imunodeficito viruso sukeliama infekcija.

Vienas pagrindinių antropogeninės kilmės patogeninių mikroorganizmų patekimo į aplinką šaltinių yra nevalytos buitinės nuotekos bei nuotekų valymo įrenginių dumblas. Pagrindiniai mikroorganizmų patekimo į nuotekas šaltiniai – žmonų gyvybinės veiklos atmatos. Tačiau mikroorganizmai, tarp jų – grybeliai gali į nuotekas patekti iš išorinės aplinkos arba iš gyvūnų, besiveisiančių buitinės kanalizacijos tinkluose. Užkrečiamųjų ligų sukėlėjais gali būti užkrėstos nuotekų valymo įrenginių išgraibos, technologiniai įrenginiai (grotos, smėliagaudės, priėmimo kameros, pirminiai ir antriniai nusodintuvai, dumblo tankintuvai bei maišyklės ir kt.), talpyklos, darbo įrankiai, patalpų atitvaros, darbo drabužiai, darbuotojų asmeninės apsaugos priemonės.

Buitinėse skystose nuotekose ir po jų išvalymo susidarančiame dumble yra biologinių medžiagų – kirmėlių kiaušinėlių, žarninių lazdelių (*Esherichia coli*), bakterijų *Clostridium perfringens*, patogeninių enterobakterijų (*Enterobacter cloacae, Enterobacter aerogenes*). Pagal biologinių medžiagų klasifikaciją bakterijos *Esherichia coli, Clostridium perfringens,* taip pat *Enterobacter* priskirtos antrajai biologinių medžiagų grupei. Tačiau, kilus žarnyno infekcijos protrūkiui, į buitines nuotekas gali patekti trečios grupės biologinių medžiagų – dizenterijos (*Shigella dysenteriae*), vidurių šiltinės (*Salmonella Typhi*) bakterijų.

Remiantis įvairių tyrėjų duomenimis, viename litre nevalytų nuotekų gali būti nuo keliasdešimt iki tūkstančio dizenterijos sukėlėjų (*Shigella dysenteriae*), 30–50 patogeninių žarninių lazdelių (*Enterobacter aerogenes* arba – *cloacae*, *Escherichia coli*), keli tūkstančiai enterovirusų (hepatito ir kitas virškinamojo trakto užkrečiamąsias ligas sukeliančių virusų), nuo kelių iki dviejų šimtų askaridžių (*Ascaris lumbricoides*, *Diphyllobothrium latum*) ir kitų parazitinių kirmėlių kiaušinėlių, pirmuonių, sukeliančių plonųjų žarnų (*Entamaeba histolytica*) ir tulžies pūslės (*Giardia lamblia*) uždegimus. 3.8 pav. (spalvotoje įklijoje) pateiktas vandens, užteršto mikroorganizmais, mėginio bakteriologinio laboratorinio tyrimo vaizdas. Identifikavus laboratorijoje išaugintus mikroorganizmus ir suskaičiavus jų kolonijas, daroma išvada apie užteršto vandens riziką jo vartotojų sveikatai.

Buitinėse nevalytose nuotekose taip pat pasitaiko tuberkuliozės bakterijų (*Mykobacterium tuberculosis*), choleros vibrionų (*Vibrio cholerae*), salmonelių (*Salmonella Enteritidis, Salmonella Typhimurium*), leptospirozės sukėlėjų (*Leptospira spp*.), grybelių (*Aspergillus fumigatus*), kitų patogeninių mikroorganizmų. Valant nuotekas, mikroorganizmų kiekis jose įvairiais valymo etapais nuosekliai mažėja.

Nuotekose ir jų dumble esančios biologinės medžiagos gali kelti riziką profesinei darbuotojų sveikatai, taip pat gali užteršti dirvožemį. Aplinkos teršimo biologinėmis medžiagomis rizika padidėja įvykus avarijai arba netinkamai įrengus nuotekų valymo dumblo kompostavimo aikšteles.

Mokslinių publikacijų duomenimis, nuotekos ir nuotekų dumblas mikroorganizmais teršia ne vien vandenį ir dirvožemį, bet ir aplinkos bei darbo patalpų orą. Teigiama, kad nuotekų valymo įmonių darbo aplinkos oras mikroorganizmais labiausiai užterštas tose vietose, kur nuotekos išleidžiamos į pirminius nusodintuvus, prie dumblo tvarkymo įrenginių bei prie biofiltrų.

Pagal Lietuvos aplinkos norminimo dokumento LAND 20–2005 „Nuotekų dumblo naudojimo tręšimui reikalavimai“ nustatytus dumblo mikrobinio užterštumo ribines vertes, dirvoms tręšti galima naudoti A klasės nuotekų valymo dumblą, kai 1 kg dumblo yra ne daugiau kaip 10^3 patogeninių žarninių lazdelių ir (arba) ne daugiau kaip 10^5 bakterijų *Clostridium perfringens*. B klasės nuotekų valymo dumblą dirvoms tręšti galima naudoti, kai 1 kg dumblo yra ne daugiau kaip 10^5 patogeninių žarninių lazdelių ir (arba) ne daugiau kaip 10^7 bakterijų *Clostridium perfringens.* A klasės dumble turi nebūti helmintų kiaušinėlių ir lervų, B klasės dumblo 1 kg jų gali būti ne daugiau kaip 1–100.

Žmonės su aplinkos biologine tarša susiduria lankydamiesi paplūdimiuose ir maudydamiesi rekreaciniuose jūrų ir gėlojo vandens telkiniuose. Biologinės užtaršos tyrimų duomenimis, paplūdimių smėlis ir prie telkinių kranto esantis vanduo yra užterštas užkrečiamąsias ligas sukeliančiais mikroorganizmais. Rekreacinių vandens telkinių biologinės užtaršos žymekliais laikomos žarninės lazdelės, enterokokai, sukeliantys ūminias žarnyno infekcijas, pūlingų infekcijų sukėlėjai stafilokokai, kapsulinės bakterijos klebsielės, sukeliančios kvėpavimo takų ir plaučių infekcijas. Skirtingų mokslininkų nustatytas koreliacinis ryšis tarp rekreacinių telkinių vandens biologinės užtaršos ir juose besimaudžiusių žmonių sirgimo ūminėmis žarnyno infekcijomis. Enterokokais užterštame jūros priekrantės vandenyje maudęsi asmenys ūminėmis žarnyno infekcijomis sirgo 1,5–6,3 karto dažniau, nei nesimaudę užterštame rekreaciniame vandens telkinyje žmonės. Panašius tyrimus atlikus gėlojo vandens telkiniuose, nustatyta, kad rizika susirgti ūmiu gastroenteritu, maudantis žarnine lazdele užterštame ežero vandenyje, 1,4–2,3 karto didesnė nei jame nesimaudant [147].

Biologiniai vandens teršalai sukelia užkrečiamųjų ligų **epideminius protrūkius**, kurie gali tapti vandens kilmės epidemijomis. Pagrindiniai tokių epidemijų požymiai – staigus daugelio žmonių sveikatos pakenkimas, kuriam būdingi panašūs ligos simptomai, nukentėjusiems įtariant vienodą užsikrėtimo šaltinį. Nustačius ligų priežastį ir užkrato šaltinį, įgyvendinus visas priešepidemines priemones, pavyksta apriboti tolesnę užkrečiamosios ligos plėtrą. Todėl vandens kilmės ligų epideminiai protrūkiai staigiai baigiasi. Tačiau kai nepavyksta greitai išaiškinti ir pašalinti užkrato šaltinio, į kurį ir toliau patenka biologiniai teršalai, epidemija įgauna lėtinį pobūdį.

Vandens vaidmuo užkrečiamųjų ligų plitimui įtartas 1849 m., dar neatradus šių ligų sukėlėjų. XIX a. pabaigoje mikrobiologijos mokslo pradininkai L. Pasteris (*Pasteur*) ir R. Kochas (*Koch*) išskyrė choleros ir vidurių šiltinės sukėlėjus iš ligonių fekalijų ir iš aplinkos bei taip galutinai įrodė choleros ir vidurių šiltinės vandens kilmę.

Choleros sukėlėjas – vibrionas, išskirtas Hamburgo vandens epidemijos metu 1882 m. Choleros vibrionas jautrus džiūvimui, neatsparus saulės spinduliams, aukštos temperatūros poveikiui, žūsta, paveiktas rūgščios reakcijos cheminių dezinfekuojamųjų medžiagų; patvaresnis žemos temperatūros poveikiui, piene išgyvena 20 dienų, svieste – 20–25 dienas, vandenyje – iki kelių mėnesių. Žmonės užsikrečia per vandenį, maisto produktus, bendraudami su ligoniais. Ligos inkubacinis laikotarpis tarp užkrato patekimo į organizmą ir pirmųjų ligos požymių atsiradimo – 2–3 dienos, kartais kelios valandos. Liga pasireiškia stipriu viduriavimu, vėmimu, organizmo išsekimu, neretai letaline išeitimi.

Vidurių šiltinės sukėlėjas – vidurių šiltinės bakterija, kuri gerai išgyvena aplinkoje: tekančiame vandenyje – 5–10 dienų, nejudriame vandenyje – ne mažiau kaip 30 dienų, šulinių dumble – kelis mėnesius, ant neplautų vaisių bei daržovių paviršių – 5–10 dienų. Vidurių šiltinės bakterija neatspari džiūvimui, saulės spinduliams, virinant žūsta. Užkrato šaltiniai – sergantis žmogus, užterštas vanduo, maisto produktai, musės. Ligos inkubacinis periodas – vidutiniškai 15 dienų (7–25 dienos). Pirmieji ligos požymiai – bloga savijauta, apetito stoka, bendras silpnumas, vėliau palaipsniui ima kilti kūno temperatūra, kuri po 4–5 dienų nuo ligos pradžios gali pasiekti 39–40 °C. Nenustačius ligos priežasties ir nepaskyrus tinkamo gydymo, ji progresuoja ir gali baigtis ligonio mirtimi.

Šigeliozės (dizenterijos) sukėlėjas – dizenterijos bakterija (*Shigella*), kurią 1898 m. atrado japonų mokslininkas *Šigo*. Užkrato šaltiniai – sergantis žmogus, vanduo, maisto produktai. Dizenterijos bakterija piene išlieka gyvybinga iki 2 savaičių, dirvožemyje, kurio temperatūra 5–15 °C – iki 2 mėnesių. Ligos inkubacinis laikotarpis 1–5 dienos. Dizenterijos požymiai – stiprus viduriavimas, nuosaikus kūno temperatūros padidėjimas, skysčio netekimas, arterinio kraujospūdžio sumažėjimas, širdies raumens pakenkimas. Neišgydyta dizenterija gali tapti lėtinė arba ligonio visiškai nejaučiama. Tačiau toks žmogus tampa dizenterijos bakterijų nešiotoju ir yra potencialus užkrato šaltinis .

Vandens kilmės mišri žarnyno infekcijų **epidemija nusiaubė Vilnių 1941 m**. pavasario–rudens mėnesiais. Tų metų pavasarį arteziniai gręžiniai prie Bernardinų sodo (dabar Sereikiškių parko) buvo užlieti pavasario polaidžio metu užterštais Vilnelės vandenimis. Bernardinų sodo vandenvietė buvo įrengta dar prieš Pirmąjį pasaulinį karą. Antrojo pasaulinio karo išvakarėse apie 60 % centralizuotai tiekiamo geriamojo vandens Vilniaus miesto gyventojai gaudavo iš polaidžio metu užterštos vandenvietės. Pirmieji epideminio protrūkio požymiai užregistruoti balandžio 22 d. ir per kitas dienas labai greitai plito. Pirmomis epidemijos dienomis kasdien buvo registruojama per tūkstantį žarnyno infekcijų – dizenterijos ir vidurių šiltinės – atvejų. Balandžio–birželio mėnesiais iš viso užregistruota per 16 tūkst. ūmių žarnyno užkrečiamųjų ligų atvejų.

Per visą epidemijos laikotarpį ūmiomis žarnyno ligomis sirgo 10 % Vilniaus gyventojų. Tarp susirgusių 12,2 % buvo vaikai iki 3 metų, 15,7 % – vaikai nuo 3 iki 16 metų, 72,1 % – suaugusieji. Vilniaus žarnyno infekcijų vandens kilmės epidemiją aprašę autoriai paminėjo ir kitas XX a. pirmojoje pusėje įvykusias epidemijas. Barselonoje (Ispanija) 1914 m. žarnyno infekcijų vandens kilmės epidemijos metu nukentėjo 18,5 tūkst. gyventojų, per Hanoverio mieste (Vokietija) 1926 m. įvykusią epidemiją susirgo apie 3 tūkst. žmonių [148].

Dirvožemio, užteršto patogeniniais mikroorganizmais ir kirmėlių kiaušinėliais, rizika žmonių sveikatai yra susijusi su jų galimu patekimu į organizmą dirbant žemės darbus, taip pat vartojant maistui neplautas arba nepakankamai termiškai apdorotas daržoves. Pavojingiausios užkrečiamosios ligos, siejamos su biologine dirvožemio tarša, yra stabligė, dujinė gangrena, botulizmas, mažiau pavojingos yra vidurių šiltinė, dizenterija, helmintozės – kirmėlių kiaušinėlių invazija į organizmą. Dirvožemio bakteriologinis švarumas vertinamas pagal žarninės lazdelės, dujinės gangrenos sporų, kirmėlių kiaušinėlių, musių lervų kiekį dirvožemio masės vienete.

Technogeninės taršos pasekmės gali turėti įtakos kai kurioms užkrečiamosioms ligoms, tokioms kaip leišmaniozė, Laimo liga, erkinis encefalitas, maliarija, plisti. Daugelis mokslininkų mano, kad biologinės taršos patvarumo didėjimą aplinkoje ir jų užkrečiamumą skatina **globaliniai klimato kaitos procesai.** Mokslinėse publikacijose teigiama, kad globaliniai klimato kaitos procesai lemia kai kurių parazitinių ligų (leišmaniozės, boreliozės, erkinio encefalito, maliarijos), taip pat maisto infekcijų didėjantį paplitimą.

Leišmaniozė – parazitinės kilmės užkrečiamoji liga, kurią sukelia parazito *Leishmania* įvairios rūšys, dažniausiai – *Phlebotomus perniciosus*. Žmogus suserga leišmanioze įkandus moskito patelei, užkrato šaltiniu taip pat gali būti sergantis žmogus, kai perpilamas jo kraujas kitam žmogui. Liga 88 pasaulio šalyse yra endeminė, ja serga 12 milijonų žmonių. Rizika susirgti šia infekcija apima 350 milijonų žmonių, gyvenančių šilto klimato kraštuose. Sergant leišmanioze pažeidžiama ligonių oda, gleivinės, vidaus organai – kepenys ir blužnis. Absoliuti dauguma naujų leišmaniozės atvejų registruojama Indijoje, Brazilijoje, Sudane, Nepale, Bangladeše. Leišmaniozė yra gana plačiai paplitusi Vidurinės Azijos šalyse, taip pat registruojama Pietvakario Europoje. Trys ketvirtadaliai visų šios ligos atvejų tenka Viduržemio jūros priekrančių gyventojams.

Moskitų patelės kiaušinėlius deda į organinių medžiagų turtingą, šiltą ir drėgną dirvožemį. Suaugę moskitai išsivysto per 35–60 dienas. Leišmaniozės sukėlėjų aktyvumas priklauso nuo klimato sąlygų. Nustatyta, kad suaugę parazitai netenka aktyvumo, kai aplinkos temperatūra sumažėja iki 5–10 °C. Tačiau minimali parazitų lervų egzistencijos temperatūra (–4–0) °C, optimali temperatūra joms vystytis – 25 °C, optimalus oro santykinis drėgnis – 60–80 %. Pasaulio sveikatos organizacijos duomenimis, leišmaniozės sukėlėjui normalaus vystymosi bent vieno mėnesio temperatūros

vidurkis turi būti ne mažesnis kaip 20 °C. Klimatui šiltėjant užkrečiamosios ligos sukėlėjų, jų pernešėjų paplitimas prasiplėstų nuo 45° platumos į šiaurę [149].

Šiltam metų laikotarpiui pailgėjus, pailgėtų moskitų aktyvumo laikotarpis, susidarytų sąlygos per vieną vasarą išsivystyti didesniam jų generacijų skaičiui. Tačiau endeminėse moskitų teritorijose labai sumažėjus kritulių, galimas jų pasitraukimas į kitus biotopus, pasižyminčius palankesnėmis klimato sąlygomis.

Laimo liga (boreliozė) – viena labiausiai paplitusių Žemės Šiaurės pusrutulyje užkrečiamųjų ligų, kurią sukelia kraują siurbiančių vabzdžių įkandimas. Europos šalyse kasmet registruojama 85 tūkst. ligos atvejų, Jungtinėse Amerikos Valstijose – 15–20 tūkst. Boreliozė pirmą kartą buvo identifikuota JAV vietovėje *Lyme* 1977 m. 1982 m. identifikuota ligos sukėlėja – spiralės formos bakterija (spirocheta) *Borelia burgdorferi*, kuri egzistuoja *Ixodes* rūšies erkėse. Europoje labiausiai paplitusios dvi *Ixodes* erkių rūšys: *Ixodes ricinus* ir *Ixodes persulcatus*.

Pradinių stadijų Laimo liga sunkiai atpažįstama, nes jos požymiai yra panašūs į ūmios kvėpavimo takų infekcijos ar gripo požymius. Tačiau laiku ligos negydant galimi sunkūs nervų sistemos, širdies, sąnarių pakenkimai.

Erkių gyvenimo trukmė – treji metai, todėl jų išgyvenimą žiemos sąlygomis gali nulemti trejų metų šaltojo metų laikotarpio temperatūra. Įvairių mokslininkų duomenimis, pastaraisiais metais labai padidėjo *Ixodes* erkių populiacijų arealai. Jų aptinkama šiauriau 65° platumos – Švedijoje ir 1 200–1 300 m virš jūros paviršiaus Čekijos Respublikoje [150]. Daugiamečių stebėjimų duomenimis, Estijoje Laimo liga dažniausiai užsikrečiama birželio–rugsėjo mėnesiais, kai miškuose lankosi daugiausia žmonių. Borelijas pernešančios erkės tampa aktyvios, kai aplinkos temperatūra pakyla per 4–5 °C, kiaušinėliams dėti reikalinga 8–11 °C aplinkos temperatūra. Suaugusios erkės išgyvena 5–10 °C temperatūroje žemiau nulio, tačiau jos labai jautrios drėgmės stygiui. Aplinkos oro santykinis drėgnis turi būti ne mažesnis kaip 80–85 %. Laimo ligos sukėlėja nėra jautri klimato sąlygoms, išskyrus didesnei kaip 41 °C temperatūrai. Atlikus daugiamečius Laimo ligos paplitimo tyrimus, nustatyta, kad rizika susirgti šia liga yra susijusi su palankių erkių egzistencijai dienų skaičiumi tam tikrais metais.

Klimato kaita taip pat turės įtakos erkiniam encefalitui bei maliarijai plisti. *M. Daniel* ir kt., išnagrinėję apie 6 tūkst. erkinio encefalito atvejų, diagnozuotų Čekijos Respublikoje 1993–2002 m., padarė išvadą, kad užsikrėtimo šia liga dažnis didėja didėjant aplinkos savaitinės temperatūros vidurkiui (koreliacijos rodiklis $r^2 = 0{,}95$) [151].

Maisto infekcijos – tai užkrečiamosios ligos, kuriomis susergama ligų sukėlėjams patekus į organizmą su užkrėstu maistu ar geriamuoju vandeniu. Maisto infekcijoms būdingas sezoniškumas, jų protrūkiai įvyksta vėlyvo pavasario, vasaros ir ankstyvo rudens mėnesiais. R. Sari Kovats ir K. Tirado, cituodamos Anglijos mokslininkus, nurodo, kad aplinkos „slenkstinė“ temperatūra žarnyno infekcijoms plisti yra 7 °C. Publikacijos autorių duomenimis, labiausiai paplitusi Europos šalyse maisto infek-

cija yra salmoneliozė, kurią sukelia skirtingų rūšių bakterijos bendru pavadinimu *Salmonella*. Pagrindiniai ligos požymiai – pykinimas, vėmimas, skrandžio skausmai, viduriavimas, šalčio krėtimas, aukšta kūno temperatūra, galvos skausmai. **Salmoneliozėms** tenka 70 % visų Europos šalyse registruojamų maisto infekcijų, iš to skaičiaus 30 % ligų sukeliamos bakterijos *Salmonella Enteritidis*. Infekcijos protrūkius dažniausiai nulemia maisto produktų laikymo ir maisto patiekalų ruošimo tinkamo temperatūros režimo nesilaikymas. Tačiau įtaką sergamumui salmonelioze taip pat daro aplinkos oro temperatūra. Šiltuoju metų laikotarpiu susidaro optimalios sąlygos patogeninėms bakterijoms daugintis, pasikeičia gyventojų valgymo įpročiai. Keliaudami jie maitinasi atsitiktinai pasirinktose viešojo maitinimo įmonėse, kartais maudosi užterštuose vandens telkiniuose. Autorės, išnagrinėjusios Nyderlandų, Čekijos Respublikos, Anglijos, Šveicarijos bei Lenkijos salmoneliozių protrūkių statistiką, nustatė, kad sergamumas šia infekcija labai padidėja, kai aplinkos oro temperatūra peržengia 10 °C ribą.

Didžiuosiuose Australijos miestuose (Sidnėjuje, Melburne, Perte ir kt.) salmoneliozės atvejų, kai aplinkos oro temperatūra padidėjo 1 °C, padaugėjo 4,1–5,6 %. Pažymima, kad aplinkos temperatūros pokyčiams ypač jautrūs suaugusieji. Žarnyno infekcijų plitimui taip pat turi įtakos stiprios liūtys, per kurias užkrėstas patogeniniais mikroorganizmais (bakterijomis, pirmuonimis, enterovirusais) vanduo gali pakliūti į vandens telkinius, iškastinius šulinius bei rekreacinius vandens telkinius [152].

Siekiant apsaugoti geriamojo vandens vartotojų sveikatą nuo biologinės taršos, jo kenksmingumas šalinamas cheminiais ir fizikiniais vandens kenksmingumo šalinimo būdais. XIX a. pabaigoje mokslininkai Pasteras ir Ešerichas atrado nukenksminamąjį chloro poveikį ir pasiūlė jį naudoti vandens mikrobiniam švarumui užtikrinti. Vandens kenksmingumo šalinimas chloru vyksta pagal technologinę schemą, pateiktą 3.9 pav. spalvotoje įklijoje. Chloro dujos iš suskystintojo chloro balionų patenka į vandens tirpalo paruošimo talpyklą, iš kurios per dozatorių – į kontaktinį rezervuarą. Chloro kontakto trukmė su vandeniu – ne trumpesnė kaip 30 min. Patekęs į vandenį, chloras pirmiausia jungiasi su jame esančiomis organinėmis medžiagomis ir azoto junginiais ir tik paskui ima reikštis jo nukenksminamasis poveikis. Todėl siekiama, kad vandenyje būtų 0,5 mg/l aktyvaus chloro. Į vandenį dedamo chloro kiekis priklauso nuo organinių priemaišų kiekio, vandens temperatūros, vandenilio jonų koncentracijos (pH), kontakto su vandeniu trukmės. Pašalinus vandens kenksmingumą kontroliuojamas laisvojo chloro kiekis. Remiantis PSO rekomendacijomis, chloro koncentracija tiekiamame vandenyje neturėtų viršyti 5 mg/*l*. Vandens kenksmingumui šalinti taip pat naudojami chloro junginiai – natrio hipochloritas, kalcio hipochloritas ir chloras, gaunamas iš natrio chlorido elektrolizės būdu. Gerų vandens dezinfekavimo savybių turi ozonas.

Šalinant vandens kenksmingumą chloru ir jo junginiais, vandenyje atsiranda antrinių cheminių teršalų, susidarančių dezinfekuojamiesiems junginiams reaguojant su

vandenyje esančiomis organinėmis medžiagomis. Bendras antrinių teršalų pavadinimas – haloforminiai vandens teršalai (chlorfenoliai, bromoformas, dibromchlormetanas, trichloracetaldehidas, dichloracetonitrilas ir kt.).

Vartojamojo vandens kenksmingumas naikinamas tiekiant vandenį iš iškastinių šulinių, paviršinių, infiltracinių ir kitų nepatikimų vandens telkinių arba dėl avarijos užsiteršus gerai apsaugotam vandens telkiniui. Tokia avarija įvyko gyvenvietės Rytų *Avro* priemiestyje (Prancūzija), per kurią rudens liūtys pažeidė artezinį gręžinį, ir į požeminį vandens telkinį pateko dizenterijos sukėlėjų. Per tris dienas šia užkrečiamąja liga susirgo 800 gyventojų. Siekiant pažaboti infekcijos protrūkį, vandens kenksmingumas pašalintas didesniu chloro kiekiu.

Kai geriamasis vanduo imamas iš požeminių telkinių, jiems apsaugoti nuo technogeninės taršos nustatomos **sanitarinės apsaugos zonos.** Nustatant sanitarinių apsaugos zonų ribas, siekiama vandens telkinius ir inžinerinius įrenginius apsaugoti nuo mechaninių pažeidimų, nuo patekimo į juos biologinės ir cheminės taršos. Sanitarinių apsaugos zonų dydis priklauso nuo požeminio vandens telkinio gylio, jo kaptažo (vandens ėmimo) srities ploto, uolienų laidumo taršai. Pagal vandeningojo sluoksnio apsaugojimo lygį **vandenvietės suskirstytos į tris grupes**. **Pirmajai grupei priskiriamos** uždaros, gerai apsaugotos vandenvietės. Uolienos storymė virš tokios vandenvietės gali siekti 50–100 m, uolienos sluoksnio (tankaus molio, magminės uolienos) filtracijos koeficientas – 10^{-5}–10^{-6} m/d. **Antrajai vandenviečių grupei priskirtos** pusiau uždaros (IIa ir IIb) prieupinės ir daugiasluoksnės storymės vandenvietės. **Trečiąją grupę sudaro** atviros vandenvietės, įrengtos neapribotuose grunto sluoksniuose ir infiltracinės vandenvietės, turinčios vandens tėkmės ryšių su paviršiniais gėlojo vandens telkiniais.

Aplink vandenvietes nustatomos **trys sanitarinės apsaugos juostos** – **griežtojo režimo** (1-oji apsaugos juosta), **mikrobinės ir cheminės** taršos apribojimo juostos (2-oji ir 3-ioji apsaugos juostos). Griežtojo režimo apsaugos juosta skirta apsaugoti vandenvietę ir joje esančius požeminio vandens kaptažo įrenginius nuo tyčinės ir atsitiktinės taršos. 1-osios apsaugos juostos dydis aplink uždaras vandenvietes turi būti ne mažesnis kaip 5 m, aplink antrosios ir trečiosios grupių vandenvietes – atitinkamai ne mažesnis kaip 10 m ir 25 m.

2-osios apsaugos juostos ribos nustatomos apskaičiavus laiką, per kurį į vandeningąjį sluoksnį patekusi biologinė tarša pasiektų vandenvietės kaptažo sritį. Tas laikas turi būti ne trumpesnis kaip 200–400 parų (3.10, 3.11 pav. spalvotoje įklijoje).

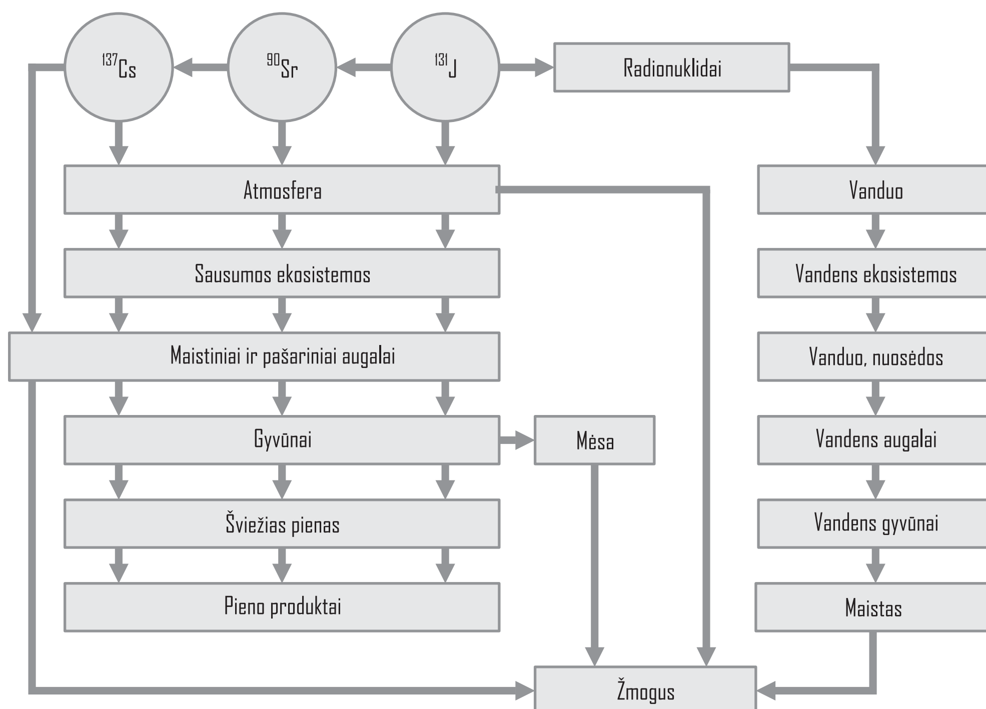
3-iosios apsaugos juostos ribos nustatomos taip, kad cheminė tarša, patekusi į vandenvietės eksploatuojamą vandens sluoksnį, pasiektų vandens ėmimo sritį ne anksčiau kaip per 25 metus. Aplink antrosios ir trečiosios grupės vandenvietes nustatomos biologinės ir cheminės taršos apribojamųjų juostų matmenys gali siekti 500–3 000 m.

Griežtojo režimo apsaugos juostoje draudžiama bet kokia ūkinė veikla, nesusijusi su vandens ėmimo įrenginių eksploatacija. Mikrobinės taršos apribojimo apsaugos

juostoje draudžiama ūkinė veikla, susijusi su dirvožemio ir paviršinių vandens telkinių biologine ir chemine tarša. Draudžiama statyti gyvenamuosius namus, neprijungtus prie centralizuotų kanalizacijos tinklų, auginti ir ganyti gyvulius, tręšti dirvožemį organinėmis ir neorganinėmis trąšomis, naudoti augalų apsaugos produktus ir kt. Cheminės taršos apribojimo juostoje ribojama ūkinė veikla, susijusi su dirvožemio ir paviršinių vandens telkinių teršimu pavojingomis cheminėmis medžiagomis ir preparatais.

3.5. Jonizuojančiosios ir nejonizuojančiosios spinduliuotės šaltiniai ir poveikis žmonių sveikatai

Veikiant jonizuojančiajai spinduliuotei, aplinkoje iš cheminių medžiagų atomų ir molekulių į aplinką skiriasi skirtingų krūvių dalelės, galinčios sukelti pokyčius gyvuosiuose organizmuose. Radionuklidų pasklidimo aplinkoje schema pateikta 3.14 pav. Cheminio elemento branduolio skilimas vadinamas radioaktyvumu, savaime skylantys atomo branduoliai – radionuklidais.



3.14 pav. Radionuklidų migracija gamtoje [11]

Atomai, kuriuose vienodas protonų, tačiau skirtingas neutronų kiekis, vadinami cheminio elemento izotopais. Izotopai žymimi elemento simboliu ir protonų bei neutronų suma. Cheminio elemento urano izotopas ^{238}Uranas turi 92 protonus ir 146 neutronus, ^{235}Uranas turi 92 protonus ir 143 neutronus. Visų izotopų branduoliai sudaro nuklidų grupę. Radioaktyviųjų elementų izotopų branduoliai sudaro radionuklidų grupę.

Alfa dalelėse yra elemento helio branduolys, sudarytas iš dviejų neutronų ir tiek pat protonų. Alfa dalelės pasižymi didele mase, todėl sklinda ore ne daugiau kaip 3–12 cm atstumu, gyvojo organizmo audiniuose – apie 50 mm atstumu. Alfa daleles gali absorbuoti oro sluoksnis, popieriaus lapas, oda. Ypač jos pavojingos, kai patenka į organizmą su įkvėptu užterštu oru, su radionuklidais užterštu maistu arba vandeniu, nes jonizuoja organizmo ląsteles ir jas suardo.

Beta dalelės – vidutinio skvarbumo elektronai ir pozitronai, ore sklinda apie 18 m atstumu, vandenyje – 2,6 mm atstumu, į organizmą prasiskverbia 1–2 cm gyliu. Jas sulaiko 5–7 mm storio plastiko arba aliuminio lakšto ekranas, stora medinė lenta. Beta dalelių jonizuojamasis poveikis silpnesnis nei alfa dalelių.

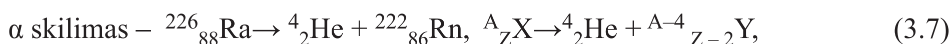
Gama spinduliai – aukštojo dažnio trumpos elektromagnetinės bangos, ore sklinda šimtais metrų nuotoliu, labai skvarbūs, pasižymi didele energija. Silikatinių plytų pertvara arba 12 cm grunto sluoksnis sugeria apie pusę gama spinduliuotės energijos. Tinkamu ekranu gali būti švino lakštas arba 50 cm storio betono blokas. Gama spinduliai, kurių šaltiniai yra radioaktyviosios medžiagos, gali paveikti bet kurį žmogaus organizmo audinį.

Rentgeno spinduliuotė (X-rays) – ilgabangė rentgeno spinduliuotė, bangos ilgis λ – 10^{-6}–10^{-9} cm, spinduliai labai skvarbūs.

Jonizuojančiosios spinduliuotės dalelių energija matuojama elektronvoltais (eV), kiloelektronvoltais (KeV) ir megaelektronvoltais (MeV). Vienas elektronvoltas – tai energija, kurią įgyja elektronas vakuume, elektriniame lauke prasklidęs 1 volto potencialo skirtumą: $1\ eV = 1{,}602 \cdot 10^{-19}$ J.

Neutronų spinduliuotė – didelio skvarbumo ir aktyvumo neutronų srautas. Neutronai gali sklisti dideliu atstumu ir stipriai pažeisti organizmo ląsteles. Neutronų srauto sklidimą sumažina vandenilio turinčios medžiagos – vanduo, parafinas, taip pat juos absorbuoja grafito ekranas. Lėtųjų (šaltųjų) neutronų energija mažesnė kaip 0,025 eV, rezonansiniai neutronai pasižymi energija nuo kelių eV iki 500 eV, tarpiniai neutronai – nuo 0,5 KeV iki 0,5 MeV, greitieji neutronai – nuo 0,5 MeV iki 20MeV, labai greiti neutronai – nuo 20 iki 300 MeV, ypač greiti neutronai – didesne kaip 300 MeV.

Radioaktyviųjų elementų skilimas vyksta pagal tokias lygtis:



α skilimas – ${}^{226}_{88}Ra \rightarrow {}^{4}_{2}He + {}^{222}_{86}Rn$, ${}^{A}_{Z}X \rightarrow {}^{4}_{2}He + {}^{A-4}_{Z-2}Y$, (3.7)

elektroninis β skilimas – $^{40}{}_{19}K \rightarrow e_{-1} + {}^{40}{}_{20}Ca$, $^{A}{}_{Z}X \rightarrow e_{-1} + {}^{A}{}_{Z+1}Y$, (3.8)

pozitroninis β skilimas – $^{32}{}_{15}P \rightarrow e_{+1} + {}^{32}{}_{14}Si$, $^{A}{}_{Z}X \rightarrow e_{+1} + {}^{A}{}_{Z-1}Y$. (3.9)

Jonizuojančiajai spinduliuotei įvertinti naudojami tokie pagrindiniai parametrai:

- radioaktyviosios medžiagos **aktyvumas** Bq (bekerelis) – skilimas per sekundę; 1 Ci (kiuris) = $3{,}7 \cdot 10^{10}$ Bq;
- **savitasis efektyvusis** aktyvumas $Bq \cdot kg^{-1}$;
- **savitasis tūrinis** efektyvusis aktyvumas $Bq \cdot m^{-3}$, $Bq \cdot l^{-1}$;
- **gama spinduliuotės intensyvumas** (radis, sivertas per val. kilogramui) $R \cdot h^{-1}$, $Sv \cdot h^{-1}$ ($1 \mu R \cdot h^{-1} = 0{,}009\ \mu Sv \cdot h^{-1}$);
- **ekspozicinė dozė** (kulonas kilogramui) $C \cdot kg^{-1}$, ($1R = 2{,}58 \cdot 10^{-4} \cdot C \cdot kg^{-1}$).

Rentgeno ar gama spinduliuotės ekspozicinė dozė – tai visų ore sukurtų vienarūšių jonų krūvių suma, kai visi elementariajame tūryje išlaisvinti elektronai ir pozitronai visiškai sustabdomi ore, padalyta iš to tūrio masės [153].

Ekspozicinės dozės galia – $C/kg \cdot s$.

Sugertoji dozė – jonizuojančiosios energijos kiekis, sugertas apšvitinto kūno masės vieneto – Gy (grėjus) = 1 J (džaulis) $\cdot kg^{-1}$.

Lygiavertė (ekvivalentinė) dozė – sugertoji dozė, pakoreguota atsižvelgiant į jonizuojančiosios spinduliuotės dalelių biologinio poveikio ypatumus, skaičiuojama pagal lygtį:

$$H = W_R \cdot D, \tag{3.10}$$

čia: H – lygiavertė dozė, Sv; W_R – svorinis jonizuojančiosios spinduliuotės daugiklis; D – sugertoji dozė, Gy.

Efektinė dozė – lygiavertė dozė, pakoreguota atsižvelgiant į žmogaus kūno organų ir audinių jautrį jonizuojančiosios spinduliuotės poveikiui. Audinių lygiaverčių dozių, padaugintų iš atitinkamo audinio jautrio svorinio daugiklio, suma skaičiuojama pagal lygtį:

$$E = \Sigma\, W_T \cdot H_T, \tag{3.11}$$

čia: E – efektinė dozė, Sv; H_T – T organo, audinio lygiavertė dozė; W_T – svorinis audinio jautrio daugiklis.

Svorinis audinio daugiklis (W_T) – daugiklis, apibūdinantis tam tikro audinio jautrį jonizuojančiosios spinduliuotės poveikiui, taikomas efektinei dozei apskaičiuoti, kai žinoma lygiavertė audinio dozė.

Kai kurių žmogaus organizmo organų ir audinių svorinio audinio daugiklio vertės yra tokios:

lyties liaukų – 0,20, raudonųjų kaulų čiulpų – 0,12, plaučių – 0,12, skrandžio – 0,12, šlapimo pūslės – 0,05, krūtų – 0,05, skydliaukės – 0,05, odos – 0,01, kaulų paviršiaus – 0,01, kitų organų bei audinių (gimdos, raumenų, blužnies, inkstų, galvos smegenų, plonosios žarnos ir kt.) – 0,05.

Efektinės dozės galia – efektinė dozė per vienetinį laiką, apskaičiuojama taip:

$$E = dE/dt, \tag{3.12}$$

čia: dE – efektinė dozė per laiko tarpą; dt matavimo vienetas – 1 Sv · s^{-1}.

Išvengtoji dozė – tai dozės sumažėjimas dėl apsaugojamųjų veiksmų. Ji lygi numatomosios dozės ir dozės, kuri bus gauta naudojant apsaugines priemones, skirtumui. Šios dozės aiškinimas taikomas optimizuojant apsauginių priemonių naudojimą.

Didžiausia leidžiamoji dozė – didžiausia dozė, nustatyta pagal radiacinės saugos teisės aktų reikalavimus. Jonizuojančiosios spinduliuotės dozės ribinė vertė nustatoma atskirai darbuotojams ir gyventojams. Medicininės apšvitos dozė neribojama, nes diagnozuojant arba gydant siekiama norimo jonizuojančiosios spinduliuotės taikymo rezultato.

Dozės riba – didžiausia metinė dozė, kurią leistina gauti asmeniui, veikiamam išorinės ir vidinės apšvitos. Darbuotojams – dėl jų profesinės veiklos, susijusios su jonizuojančiosios spinduliuotės šaltiniais, gyventojams – dėl visų nesusijusių su profesine veikla kontroliuojamų jonizuojančiosios spinduliuotės šaltinių.

Mirtinoji dozė – viso kūno sugertoji dozė, nuo kurios per 60 dienų miršta 50 % apšvitintų žmonių. Tokia apšvitos dozė gaunama per trumpą laiko tarpą ir vienodai pasiskirsto visame apšvitinto žmogaus kūne. Mirtinos sugertosios dozės vertė – apie 3,5 Gy.

Jonizuojančiosios spinduliuotės šaltiniai skirstomi į gamtinius ir technogeninius. Gamtinės kilmės spinduliuotė – tai kosmoso, Saulės jonizuojančioji radiacija, uolienų, statybos žaliavų ir produktų radonas.

Technogeninės spinduliuotės šaltiniai – pramonės įmonių technologiniai ir inžineriniai įrenginiai, medicinos diagnostikos ir gydymo įranga, branduolinis jėgainių, povandeninių ir kitų laivų kuras, radioaktyviosios atliekos, branduolinio ginklo koviniai užtaisai ir kt.

Pažymėtina, kad gamtinės jonizuojančiosios spinduliuotės poveikis gali būti tiesiogiai susėtas su įvairių sričių ūkine veikla. Mineralinėse gamtinėse medžiagose – granite, akmenyse, molyje esantys radionuklidai ir radonas daro įtaką gyvenamajai aplinkai. Kosminės jonizuojančiosios spinduliuotės poveikis iš dalies siejamas su žmogaus buvimu dideliame aukštyje virš Žemės paviršiaus skrendant lėktuvais.

Kosminės spinduliuotės lygiavertė dozė priklauso nuo aukščio, Saulės aktyvumo, geografinės platumos. Skrendant iš Lietuvos į Kopenhagą efektinė jonizuojančiosios spinduliuotės dozė sudaro 0,0022 mSv, skrendant į Helsinkį – 0,0054 mSv, skrendant į Londoną – 0,0065 mSv, skrendant į Čikagą – 0,037 mSv.

Gamtinės jonizuojančiosios spinduliuotės šaltinių efektinių dozių vertės yra tokios: kosminės spinduliuotės vidutinė metinė efektinė dozė: pasaulinė – 0,38 mSv, Lietuvos – 0,35 mSv; radono: pasaulinė – 1,15 mSv, Lietuvos – 1,48 mSv; radionuklidų grunte ir pastatuose: pasaulinė – 0,48 mSv, Lietuvos – 0,5 mSv; gamtinių radionuklidų (^{40}K, ^{232}Th, ^{238}U, ^{210}Po), vidinės apšvitos vartojant žuvį, kitus jūrų, mėsos produktus, daržoves, pieną: pasaulinė – 0,29 mSv, Lietuvos – 0,31 mSv. Vidutinio Lietuvos gyventojo per metus gaunama efektinė dozė gyvenamosiose patalpose – 1,5 mSv [154].

Nustatyta, kad gamtinių radionuklidų jonizuojančiosios spinduliuotės lygiavertės dozės galios vertė virš paviršinio vandens telkinio yra mažesnė (0,3–8 nGy · h^{-1}) nei pakrantėje, kurioje ji kinta nuo 10 iki 21 nGy · h^{-1}. Šiam jonizuojančiosios spinduliuotės lygiavertės dozės galios vertės skirtumui turi įtakos dirvožemio gamtinė spinduliuotė [155].

Gamtinė jonizuojančioji spinduliuotė labai susijusi su radono poveikiu. Radonas yra dujos, 7,5 karto sunkesnės nei oras, gamtoje pasitaiko radono izotopai – ^{222}Rh ir ^{220}Rh (Toronas). Torono jonizuojančiosios spinduliuotės dozė skirtinguose kraštuose sudaro 6–10 % radono sukeliamos jonizuojančiosios spinduliuotės dozės.

^{222}Rh susidaro skylant urano izotopui ^{238}U. Jo pusėjimo trukmė – 3,8 paros. Pagrindiniai radono skilimo produktai – radionuklidai polonis ^{218}Po, švinas ^{214}Pb ir bismutas ^{214}Bi. Išvardyti radionuklidai, spinduliuodami α daleles, daugiausiai veikia žmogaus kvėpavimo takus. Radono koncentracijos vertė uždarose patalpose 8 kartus didesnė nei aplinkos ore. Jis lengviau skverbiasi per orui pralaidų gruntą. Radonas į patalpas gali patekti iš mineralinių statybos produktų, su tiekiamu vandeniu. Didesnės jo koncentracijos konstatuojamos individualiuose gyvenamuosiuose namuose, pastatytuose ant stambaus smėlingo arba turinčio daug žvyro grunto ir karstiniuose regionuose. Vidutinis radono kiekis karstinio regiono rajonuose (Biržų ir Pasvalio) kiek didesnis nei 100 Bq · m^{-3}. Individualaus namo gyventojo vidutinė metinė efektinė dozė dėl radono skilimo produktų sudaro apie 1 mSv, karstiniame regione – 1,7 mSv. Vidutinė metinė efektinė radono spinduliuotės dozė Lietuvos gyvenamuosiuose namuose, esančiuose karstiniame regione, 4,2 karto didesnė nei kituose šalies regionuose. Mediniuose vieno aukšto namuose radono pasitaiko daugiau, nes jie yra žemesni. Radono koncentracija gyvenamuosiuose namuose taip pat priklauso nuo patalpų vėdinimo ir kitų sąlygų.

Nuo 1995 m. Lietuvoje atliekamų radono kiekio gyvenamuosiuose namuose tyrimų duomenimis, daugiausia jo randama Kretingos rajone – 101 ± 45 Bq · m^{-3}, Lazdijų, Marijampolės, Prienų rajonuose – 82 ± 22 Bq · m^{-3}, Ukmergės, Vilniaus, Kupiškio, Molėtų, Širvintų ir kituose Lietuvos rytų rajonuose – 77 ± 10 Bq · m^{-3},

pietvakarių – Jurbarko, Kelmės, Raseinių rajonuose – 71 ± 19 $Bq \cdot m^{-3}$, Lietuvos šiaurėje (Joniškio, Pakruojo rajonai) – 76 ± 19 $Bq \cdot m^{-3}$, likusioje šalies teritorijoje – 35 ± 4 $Bq \cdot m^{-3}$. Vidutinis radono tūrinis aktyvumas šalies teritorijos gyvenamuosiuose namuose sudarė 54,5 ± 4,4 $Bq \cdot m^{-3}$ [156].

Atlikus daugelio Lietuvos namų tyrimus, konstatuota, kad vidutinis radono tūrinis aktyvumas pirmuosiuose aukštuose sudaro 58 ± 4 $Bq \cdot m^{-3}$, antruosiuose ir trečiuosiuose aukštuose – 45 ± 17 $Bq \cdot m^{-3}$. Vieno aukšto gyvenamųjų namų be rūsio patalpose vidutinis radono tūrinis aktyvumas sudarė 57 ± 5 $Bq \cdot m^{-3}$, o namų su rūsiu patalpose – 49 ± 9 $Bq \cdot m^{-3}$. Radono ekshaliacija mūriniame name vyksta iš sienų, lubų – 10 $Bq/m^3 \cdot h$, grindų dangos – 1 $Bq/m^3 \cdot h$, grunto radono dujoms persiskverbiant pro grindis – 10 $Bq/m^3 \cdot h$, iš aplinkos oro – 10 $Bq/m^3 \cdot h$, name naudojamo vandens – 1 $Bq/m^3 \cdot h$, gamtinių dujų – 0,3 $Bq/m^3 \cdot h$ [154].

Radono įtaka gyventojams skaičiuojama pagal tokią lygtį:

$$1\ WLM = 72\ (F \cdot IOF),\ \text{Bq metai/m}^3, \qquad (3.13)$$

čia: 1 *WLM* – ekspozicinė dozė; *F* – pusiausvyros tarp radono ir jo skilimo produktų parametras; *IOF* – paros laiko dalis, kurią žmogus praleidžia patalpoje.

Kai F parametro dydis yra 0,5, IOF vertė yra 0,8, 1 WLM atitinka dozę, kuri gaunama esant metinei radono koncentracijai 180 Bq/m^3 [157].

Į grunto sudėtį įeina gamtiniai radionuklidai – ^{40}K, ^{238}U, ^{226}Ra, ^{232}Th, dėl kurių grunto savitasis aktyvumas pagal ^{40}K skirtingose šalyse sudaro 350–850 $Bq \cdot kg^{-1}$, pagal ^{238}U – 16–56 $Bq \cdot kg^{-1}$, pagal ^{226}Ra – 17–60 $Bq \cdot kg^{-1}$, pagal ^{232}Th – 19–45 $Bq \cdot kg^{-1}$ [154]. Lietuvos ir kitų šalių grunto savitojo aktyvumo duomenys pateikti 3.14 lentelėje.

3.14 lentelė. Kai kurių Europos šalių grunto savitasis aktyvumas, $Bq \cdot kg^{-1}$

Šalis	^{40}K	^{238}U	^{236}Ra	^{232}Th
Danija	460		17	19
Estija	513		35	27
Lietuva	600	16	< 68	25
Norvegija	850	50	50	45
Švedija	775		42	42
Lenkija	413	26	26	21
Vokietija	350		60	26

Šaltinis: United Nations Scientific Committee on the Effects of Atomic Radiation. UNSCEAR 2000 Report to the General Assembly.

Reikšminga gamtine apšvita gali pasižymėti statybos produktų mineralinės žaliavos – smėlis, žvyras, molis, granitas, taip pat statybos produktai – plytos, cementas.

Lietuvos Respublikos sveikatos apsaugos ministerijos Radiacinės saugos centro duomenimis, ištirtų granito skaldos bandinių savitasis aktyvumas sudarė 88–346,5 $Bq \cdot kg^{-1}$, molio ir jo gaminių – 18–332,3 $Bq \cdot kg^{-1}$, cemento – 66,6–139,4 $Bq \cdot kg^{-1}$, smėlio ir žvyro – 2–166 $Bq \cdot kg^{-1}$. Stiklo, plastikų, medienos bandinių savitasis aktyvumas neviršijo 26–34 $Bq \cdot kg^{-1}$ [158].

Skirtingose šalyse išgaunamos mineralinės žaliavos pasižymi nevienodu savituoju aktyvumu. Vokietijos Federacinėje Respublikoje išgaunamo gipso savitasis aktyvumas sudaro 29 $Bq \cdot kg^{-1}$, smėlio ir žvyro – ne didesnis kaip 34 $Bq \cdot kg^{-1}$, portlandcemenčio – mažesnis kaip 45 $Bq \cdot kg^{-1}$, fosfogipso – 2140 $Bq \cdot kg^{-1}$. Didžiojoje Britanijoje išgaunamo granito savitasis aktyvumas sudaro 170 $Bq \cdot kg^{-1}$, Švedijos molio – 496 $Bq \cdot kg^{-1}$, JAV kalcio silikato šlako – 2 140 $Bq \cdot kg^{-1}$. Radono koncentracijos skirtingų Europos šalių pastatuose matavimo duomenys pateikti 3.12 pav. (žr. spalvotą įkliją), iš kurio matyti, kad didžiausia radono koncentracija nustatoma Skandinavijos šalyse bei kai kuriuose Prancūzijos ir Ispanijos regionuose.

Vilniaus Gedimino technikos universiteto Branduolinės fizikos laboratorijoje atlikus statybos produktų mineralinių žaliavų – cemento, žvyro, smėlio, gipso, molio keramzito – bandinių radionuklidų savitojo aktyvumo tyrimus, konstatuota, kad ištirtuose bandiniuose daugiausiai yra ^{40}K, mažiausiai – $^{212, 214}Pb$. Didžiausiu savituoju aktyvumu pasižymi keramzitas, mažiausiu – gipsas [159] (3.15 lentelė).

3.15 lentelė. Statybos produktų mineralinių žaliavų bandinių radiocheminio tyrimo duomenys [159]

Statybos produktų žaliava, statybos produktas	Aktyvumas, $Bq \cdot kg^{-1}$				
	^{226}Ra	^{212}Pb	^{214}Pb	^{228}Ac	^{40}K
Cementas	42	3	26	7	157
Plytos	33	25	22	28	750
Žvyras	12	8	6	6	296
Smėlis	14	9	6	11	238
Gipsas	2	0	1	0	0
Molis	27	20	10	19	542
Keramzitas	53	36	30	42	961

Pagal atliktus tyrimus nustatyta, kad betono, gelžbetonio, akytojo betono, silikatinių plytų, naudojamų gyvenamųjų namų statybai Lietuvoje, savitasis ^{236}Ra aktyvumas siekė 33–43 $Bq \cdot kg^{-1}$, ^{232}Th – 12–16 $Bq \cdot kg^{-1}$, ^{40}K – 432–622 $Bq \cdot kg^{-1}$. Radono

koncentracija gyvenamųjų namų patalpose siekė 200–300 $Bq \cdot m^{-3}$, sugertoji dozė – 100 $nGy \cdot h^{-1}$. Nustatyta, kad sugertosios dozės galia priklauso nuo radono tūrinio aktyvumo, patalpų suplanavimo ypatumų, pastato aukšto, kuriame buvo tiriamos patalpos [160].

P. Vaitiekūnas ir D. Lukošiūtė, atlikę statybos produktų gama spinduliuotės stambiaplokščio gyvenamojo namo ketvirto aukšto patalpų tyrimus, apskaičiavo jonizuojančiosios spinduliuotės metinę efektinę dozę, kuri, anot autorių, turėtų siekti 0,78 mSv. Vidutinė efektinės dozės galia tirtoje patalpoje sudarė 159 $nGy \cdot h^{-1}$, iš to skaičiaus dozės galia dėl statybos produktų siekė 135 $nGy \cdot h^{-1}$ [161]. D. Butkus ir kt., išnagrinėję jonizuojančiosios spinduliuotės pastatuose problemą, nustatė, kad pastatų gyventojų ir naudotojų ekspozicija radionuklidais yra susijusi su statybos produktų ^{226}Ra, ^{232}Th ir ^{40}K tūriniu aktyvumu bei radono ekshaliacija iš grunto ir statybos produktų [162].

Ištyrus kai kurių Lietuvos magistralių asfalto dangos mėginių savitąjį aktyvumą, nustatyta, kad jis nesiekia teisės akto nustatytos ribinės vertės. Tačiau ^{226}Ra savitasis aktyvumas asfalto dangoje buvo 2,3 karto didesnis nei vidutinis dirvožemio savitasis aktyvumas Lietuvoje. ^{40}K savitasis aktyvumas asfalto dangos mėginiuose Lietuvos dirvožemio vidutinį savitąjį aktyvumą viršijo 23 % [163]. Panašūs duomenys gauti atlikus jonizuojančiosios spinduliuotės lygiavertės galios tyrimus Kuršių nerijos teritorijoje. Ištirto parametro vertės aplinkos ore virš kopų smėlio sudarė 22–60 $nGy \cdot h^{-1}$, o virš asfaltuoto tako siekė 90 $nGy \cdot h^{-1}$ [164].

V. Bogdevičienė ir kt., atlikę gamtinės jonizuojančiosios spinduliuotės tyrimus kai kuriuose antropogeniniuose objektuose, nustatė, kad jonizuojančiosios spinduliuotės lygiavertės galios parametro dydis virš nedirbamo žemės lauko sudarė 97 $nGy \cdot h^{-1}$, o virš gelžbetonio tunelio – 120–147 $nGy \cdot h^{-1}$, tunelio viduje – 176–219 $nGy \cdot h^{-1}$, šalia automobilių garažo – 151 $nGy \cdot h^{-1}$, garažo viduje – 169–209 $nGy \cdot h^{-1}$, garažo automobilių apžiūros duobėje ^{40}K savitojo aktyvumo parametro dydis siekė 441 $Bq \cdot kg^{-1}$ [165].

Technogeninė apšvita. Pagrindiniai aplinkos technogeninio užteršimo radionuklidais šaltiniai – branduolinio ginklo bandymai ir avarijos atominėse elektrinėse. 1945–1980 m. susprogdinta iš viso 400 branduolinio ginklo įtaisų. Į aplinką pateko 12,5 t radionuklidų. Aplinkoje dažniausiai aptinkama ilgaamžių radionuklidų – radioaktyviojo stroncio ^{90}Sr ir radioaktyviojo cezio ^{137}Cs (pusėjimo trukmė atitinkamai 29 ir 30 metų). Po Černobylio avarijos radionuklidų ^{137}Cs ir ^{134}Cs Lietuvos dirvožemyje padidėjo 4,5 karto, daugiausiai buvo užterštas Lietuvos pietinių rajonų ir pajūrio dirvožemis. Lietuvos pietiniai ir vakariniai rajonai buvo užteršti trumpaamžiais radionuklidais – ^{131}I, ^{132}I ir ^{133}I, kurių pusėjimo trukmė ne ilgesnė kaip 8 dienos, o tarp jų ^{131}I – tik 26,5 val. Radioaktyvusis jodas daugiausiai kaupiasi skydliaukėje. 1986 m., palyginti su 1985 m., ^{137}Cs koncentracija Lietuvoje išaugintose daržovėse padidėjo 500 kartų, mėsoje – apie 180 kartų, piene – apie 50 kartų. 1989–1992 m.

ištyrus daugiau kaip 1300 6–26 metų asmenų, skydliaukės pokyčiai konstatuoti 40 % studentų, daugiau kaip pusei moksleivių.

Avarijos Černobylio atominėje elektrinėje pasekmės Lietuvos dirvožemio užterštumui radioceziu ir radiostronciu detaliai išnagrinėti D. Butkaus ir kt. publikacijose. Atlikus eksperimentinius modeliavimo sąlygomis tyrimus, įrodyta, kad dirvožemyje esantys radionuklidai – ^{85}Kr, ^{137}Cs, ^{90}Sr iš vandens ir smėlio terpių migruoja į maistines kultūras ir kaupiasi jų šaknyse bei antžeminėje dalyje. Eksperimento, trukusio apie keturias savaites, metu radionuklidų ^{137}Cs vasariniuose kviečiuose kaupimosi koeficientas padidėjo 10–33,6 karto. Palyginus ilgaamžių technogeninės kilmės dirvožemyje esančių radionuklidų kaupimąsi žolėje, samanose ir paparčiuose, nustatyta, kad radionuklidas ^{137}Cs daugiausiai kaupiasi papračio stiebe. Tai leido padaryti prielaidą, kad Lietuvoje plačiai paplitęs papračio augalas išvalo ^{137}Cs iš dirvožemio [166, 167, 168].

Žmonių vidinė apšvita jonizuojančiąja spinduliuote yra susijusi su radionuklidų patekimu į organizmą pro kvėpavimo takus, pro virškinamąjį traktą su maistu bei geriamuoju vandeniu, taip pat atliekant diagnostines bei gydomąsias procedūras.

Išnagrinėjus Lietuvoje gaminamo ir realizuojamo pieno užtaršos ^{90}Sr ir ^{137}Cs kaitos 1965–2003 m. dėsningumą, paaiškėjo, kad per visą nagrinėjimo laikotarpį ir radiocezio, ir radiostroncio tūrinis aktyvumas piene nuosekliai mažėjo. Tačiau 1985–1990 m. konstatuotas ^{137}Cs tūrinio aktyvumo piene padidėjimas. Pieno užtaršai radioceziu galėjo turėti įtakos avarijos Černobylio atominėje elektrinėje padariniai [169].

Ignalinos atominės elektrinės 150 m aukštyje išmetamuosiuose teršaluose yra radioaktyviųjų inertinių dujų argono (^{41}Ar) ir ksenono (^{133}Xe), kurios nesijungia į biologines grandis. ^{41}Ar išmetamosiose dujose yra 97 %, jo pusėjimo trukmė – 1 val. 50 min. Į Drūkšių ežerą su nuotekomis išmetami ^{137}Cs, ^{134}Cs, ^{90}Sr, ^{60}Co, ^{54}Mn, ^{59}Fe. Teritorijoje aplink Ignalinos AE 30 km spinduliu vykdoma radionuklidų ^{137}Cs, ^{134}Cs, ^{60}Co, ^{54}Mn, ^{59}Fe, ^{95}Nb stebėsena. Išvardytų kontroliuojamų radionuklidų koncentracijos dirvožemyje kur kas mažesnės nei jų ribinės vertės.

^{137}Cs Drūkšių ežero vandens vidutinis β spinduliuotės aktyvumas – 0,178 Bq/*l*, tačiau nuosėdų mėginiuose randama ^{137}Cs, ^{134}Cs, taip pat ^{60}Co ir ^{54}Mn. Drūkšių ežero žuvyse ^{90}Sr ir ^{137}Cs aktyvumo lygiai sudarė 2,07–20,1 Bq/kg [170]. Tačiau nustatyta, kad su Ignalinos atominės elektrinės veikla yra susiję Drūkšių ežero vandens temperatūros pokyčiai. Atominės jėgainės turbinų kondensatoriuose ežero vandens temperatūra pašildoma 10 °C. Karštomis vasaros dienomis ežero viršutinio vandens sluoksnio temperatūra pakyla iki 24–28 °C. Keičiantis ežero vandens temperatūrai, kinta augalijos trofinio režimo sąlygos, nyksta kai kurios jos rūšys, kinta apyežerės mikroklimatas [171].

Radiacinės saugos centro specialistai atliko išorinės ir vidinės žmonių apšvitos dozių tyrimus Ignalinos atominės elektrinės 30 km įtakos teritorijoje. Nustatyta, kad Ignalinos atominės elektrinės regiono gyventojų vartojamuose maisto produktuose

(pieno, mėsos produktuose, duonoje, daržovėse) ir geriamajame vandenyje technogeninės kilmės radionuklidų ^{137}Cs ir ^{131}J aktyvumo lygiai neviršijo leistinųjų dydžių [170].

Siekiant išvengti potencialaus Ignalinos AE poveikio aplinkai, siejamo su radioaktyviosiomis atliekomis, joms tvarkyti projektuojamos ir įgyvendinamos geriausios technologijos: skystųjų radioaktyviųjų atliekų perdirbimas, sunaudotų branduolinio kuro kasečių laikymas specialiose saugyklose ir kt.

Efektinės metinės ekvivalentinės dozės nuo skirtingų išorinių ir vidinių šaltinių pasiskirsto taip: nuo gamtinės Žemės ir kosmoso spinduliuotės – 2 mSv, nuo medicinoje naudojamų šaltinių – 0,4 mSv, nuo radioaktyviųjų kritulių – 0,02 mSv, nuo branduolinės energetikos įmonių – 0,001 mSv. Duomenys apie apšvitos metines efektines dozes nuo skirtingų apšvitos šaltinių pasaulyje pateikti 3.16 lentelėje [172].

Lietuvos gyventojų metinėje apšvitos struktūroje gamtiniam radonui tenka – 39 %, kosminei spinduliuotei – 15 %, statybos produktams – 22 %, medicinos procedūroms – 16 %, maisto produktams – 8 %, Černobylio avarijos, branduolinio ginklo bandymų pasekmėms, Ignalinos atominės jėgainės poveikiui – iš viso 0,01–0,2 %.

3.16 lentelė. Metinės efektinės dozės nuo įvairių jonizuojančiosios spinduliuotės šaltinių [172]

Apšvitos šaltinis	Metinė efektinė dozė, mSv
Kosminė spinduliuotė, iš viso	0,39
iš to skaičiaus:	
tiesioginė jonizuojančioji spinduliuotė	0,28
neutronai	0,10
kosmogeniniai radionuklidai	0,01
Grunto radionuklidų spinduliuotė, iš viso	0,48
iš to skaičiaus:	
lauke	0,07
patalpose	0,41
Apšvita pro kvėpavimo takus (urano ir torio skilimo grandinių radionuklidai)	0,006
Apšvita per mitybos grandines, iš viso	0,33
iš to skaičiaus:	
^{40}Kalis	0,17
urano ir torio skilimo grandinių radionuklidai	0,16
Radonas (^{222}Rn)	0,83
Toronas (^{220}Rn)	0,17
Bendra dozė	2,2

Jonizuojančiosios spinduliuotės **poveikiui žmogaus organizmui yra būdingi tokie ypatumai**:

- didėlis energijos efektyvumas – **mažas energijos** kiekis sukelia **sunkius** sveikatos pakenkimus;
- **latentinis** poveikio laikotarpis, priklausantis nuo apšvitos dozės;
- apšvitos **dozių** poveikio **sumavimasis**;
- ląstelių **genetinės struktūros** pažeidimas;
- **pasirinktinis poveikis** tam tikriems organams;
- **vienkartinės dozės pavojingumas,** palyginti su kartotinėmis dozėmis.

Jonizuojančiosios spinduliuotės poveikis priklauso nuo spinduliuotės rūšies, dozės, poveikio trukmės, organų ir audinių specifinio jautrumo, žmogaus amžiaus, lyties, fiziologinės būsenos, sveikatos būklės.

Kritinės organų grupės. Pagal radiacinį jautrumo požymį žmogaus organizmo organai ir audiniai skirstomi į tris grupes. Pirmai, jautriausiai, organų grupei priskirti kaulų čiulpai ir lyties liaukos; antrai organų grupei – raumenų, riebalinis audinys, skydliaukė, kepenys, blužnis, inkstai; trečiai – oda, kaulų audinys, galūnės [112]. Labai jautrios jonizuojančiosios spinduliuotės poveikiui yra vaisiaus užuomazga, kūdikių ir vaikų nervų ląstelės. Jonizuojančiosios spinduliuotės poveikio žmogaus organizmui pasekmės pateiktos 3.17 lentelėje. Iš pateiktų duomenų matyti, kad poveikio žmogaus organizmui pobūdis priklauso nuo jonizuojančiosios spinduliuotės dozės dydžio [146].

Jonizuojančioji spinduliuotė yra reikšmingas profesinės rizikos veiksnys. Ji daugiausiai gali paveikti atominių elektrinių darbuotojus, jūreivius, tarnaujančius atominiuose laivuose, darbuotojus, kurių darbas yra susijęs su radioizotopais, medicinos darbuotojus – rentgenologus, radiologus. Jonizuojančiosios spinduliuotės aplinkoje dirbantys medikai priskiriami padidintos rizikos grupei susirgti kraujo, skydliaukės, odos, krūties, tiesiosios žarnos vėžiu. Nustatyta, kad medicinos darbuotojų, kuriuos veikia jonizuojančioji spinduliuotė, rizika susirgti vėžiu 30–50 % didesnė nei kitų specializacijų medicinos darbuotojų [173].

Jonizuojančioji spinduliuotė apšvitinto žmogaus organizmo audiniuose sukelia radiocheminius procesus, kurie skirstomi į tris etapus: elektroninio poveikio, fizikinius cheminius ir biologinius pokyčius. Žmogaus organizmo audiniuose vykstančių radiocheminių procesų metu vieni atomai netenka elektronų, kiti juos prisijungia. Susidaro laisvųjų radikalų, elektrinio krūvio. Jie gali būti neorganiniai – H, OH, šarminių metalų, halogenų atomai, azoto oksido NO, azoto dioksido NO_2 molekulės. Elektrocheminių reakcijų pavyzdžiai: elektrono atplėšimas nuo vandens molekulės – $H_2O \rightarrow H_2O + e$; vandens jonų skilimas į laisvuosius radikalus – $H_2O \rightarrow H + OH$; Antriniai elektronai veikia vandens molekules: $H_2O + e \rightarrow H_2O \rightarrow H + OH$; $H + OH \rightarrow H_2O$; $OH + OH \rightarrow H_2O_2$; $H + H \rightarrow H_2$. Susidarę peroksidai pasižymi stipriomis reaktingumo savybėmis. Tai nulemia biologinius pokyčius organizme [112].

3.17 lentelė. Jonizuojančiosios spinduliuotės sukeliami žmogaus sveikatos sužalojimai [146]

Sveikatos sužalojimo pobūdis	Poveikio požymiai ir pasekmės	Poveikį sveikatai lemiančios sąlygos
Ūminis poveikis (ankstyvasis)	Mirtis	Labai didelė dozė kūnui
	Odos pažeidimas	Labai didelė dozė odai
	Sterilizacija	Labai didelė dozė lyties organams
Lėtinis (vėlyvasis)	Kaulų čiulpų funkcijos sutrikimas	Didelė dozė kūnui
	Vaisiaus vystymosi sutrikimai	Poveikis vaisiui
	Protinės veiklos sutrikimai	Pasireiškia kūdikiui gimus
Atokusis	Piktybiniai navikai	Bet kokia dozė po 5–20 metų
	Kraujo vėžys	Po metų paveikus jonizuojančiajai spinduliuotei
	Paveldimi defektai	Pasireiškia atsižvelgiant į gautą dozę

Vykstant biologiniams pokyčiams sutrinka deoksiribonukleorūgšties (DNR) sintezė, slopinamas audinių ląstelių dauginimasis, vyksta kiti organizmo funkcijas pažeidžiantys, kartais negrįžtamieji procesai. Negrįžtamieji biologiniai medžiagos savybių pokyčiai, atsiradę veikiant jonizuojančiajai spinduliuotei, vadinami spinduline liga. Šis terminas paprastai taikomas jonizuojančiajai spinduliuotei būdingiems sukeliamiems žmogaus organizmo pažeidimams apibūdinti.

Žmogaus organuose esančio vandens radiacinio skilimo produktai veikia aktyviąsias baltymų sulfhidrilines (SH) grupes, paversdami jas neaktyviosiomis bisulfidinėmis grupėmis. Tai lemia pokyčius fermentų sistemose, reguliuojančiose baltymų sintezės procesus. Jonizuojančioji spinduliuotė tiesiogiai pažeidžia baltymų ir lipoidų molekules, sukeldama baltymų denatūraciją ir molekulių skilimą. Ji suardo pagrindines ląstelių struktūras, sutrikdo ribonukleorūgšties (RNR) ir deoksiribonukleorūgšties (DNR) sintezę. Jonizuojančiosios spinduliuotės poveikį genetiniams mechanizmams lemia ląstelių chromosomų pažeidimas. Labiausiai nukenčia ląstelės, kurias radioaktyviosios dalelės veikia jų dalijimosi (mitozės) metu. Todėl daugiausiai nukenčia tie organai, kuriuose vyksta intensyvus ląstelių dalijimasis (kaulų čiulpai, kiaušidės, sėklidės ir kt.).

Spindulinė liga – tai jonizuojančiosios spinduliuotės sukelti viso organizmo pažeidimai.

Ūminę spindulinę ligą sukelia trumpalaikis intensyvus jonizuojančiosios spinduliuotės poveikis.

Lengvoji spindulinės ligos forma yra tokia, kai žmogus yra paveikiamas 1–2 Sv efektinės dozės; vidutinio sunkumo – kai efektinė dozė >2 ≤ 6 Sv; sunki, kai efektinė dozė sudaro > 6 ≤ 10 Sv; labai sunki, kai efektinė dozė didesnė kaip 10 Sv.

Pirminėje ligos stadijoje sveikatos sutrikimai jaučiami praėjus 1–3 val. po apšvitinimo ir trunka 2–3 dienas. Pagrindiniai požymiai: galvos skausmai, seilėtekis, pykinimas, vėmimas, viduriavimas, karščiavimas, širdies perplakimai, arterinio kraujospūdžio sumažėjimas, judesių koordinacijos sutrikimas.

Latentinė, tariamojo pasveikimo, ligos stadija trunka ne ilgiau kaip 2 savaites. Pagerėja nukentėjusiojo savijauta, jis tarsi pasveiksta, tačiau atsiranda kraujo pokyčių: mažėja baltųjų kraujo kūnelių – leukocitų ir trombocitų.

Ryškių klinikinių simptomų stadija, kurios trukmė – 2–3 savaitės. Pagrindiniai šios ligos stadijos požymiai: karščiavimas, bendras silpnumas, plaukų slinkimas, sutrinka judesių koordinacija (rankų judesiai, eisena), atsiranda nerimas, baimės jausmas, ryškūs kaulų čiulpų pažeidimo požymiai – mažakraujystė, baltųjų kraujo kūnelių skaičiaus sumažėjimas, kraujavimas iš nosies, dantenų, kraujosruvos odoje, širdies raumens uždegimas, antrinė infekcija, kiti negrįžtamieji pokyčiai.

Lėtinius sveikatos sutrikimus sukelia ilgą laiką žmogaus organizmą veikiančios mažos, ne didesnės kaip 1 Sv jonizuojančiosios spinduliuotės dozės. Lėtinės ligos požymiai, nuolat veikiant mažoms jonizuojančiosios spinduliuotės dozėms, yra tokie: nuovargis, miego, atminties, lytinės funkcijos sutrikimai, sumažėjęs darbingumas, mažakraujystė, po kelerių metų gali atsirasti piktybiniai kraujo pokyčiai (leukozė), ilgainiui – kitos onkologinės ligos. Po atominio ginklo panaudojimo, JAV karinėms pajėgoms 1945 m. subombardavus Japonijos miestus Hirosimą ir Nagasakį, didžiausias leukozės atvejų skaičius buvo diagnozuotas po 6–7 metų, kitos vėžio formos – skydliaukės, plaučių, pieno liaukų piktybiniai navikai labiausiai paplito po 30 ir daugiau metų. Jonizuojančioji spinduliuotė, veikdama lytines ląsteles ir genetines ląstelių struktūras, gali būti apsigimimų priežastis.

Nustatytos tokios jonizuojančiosios **spinduliuotės poveikio žmogaus organizmui skalės**:

2 mSv – gamtinė metinė apšvita;

5 mSv – didžiausia leistinoji gyventojų metinė ribinė sugertoji dozė;

50 mSv – atominės elektrinės personalo metinė ribinė sugertoji dozė;

100 mSv – didžiausia leistinoji gyventojų vienkartinė ribinė sugertoji dozė, įvykus branduolinei avarijai;

250 mSv – atominės elektrinės personalo vienkartinė ribinė sugertoji dozė, įvykus branduolinei avarijai;

0,75–2 Sv – trumpalaikiai kraujo sudėties pokyčiai;

2–10 Sv – ūminiai organizmo sveikatos sužalojimo požymiai;

12 Sv – pusė apšvitintų žmonių žūsta po 10 dienų;

100 Sv – pusė apšvitintų žmonių žūsta per vieną parą.

Pagal jonizuojančiosios spinduliuotės poveikio profesinės rizikos tikimybę darbuotojai suskirstyti į A ir B kategorijas. A kategorijos darbuotojas – tai darbuotojas, kurio jonizuojančiosios spinduliuotės metinė efektinė dozė gali būti didesnė kaip 6 mSv arba lygiavertė dozė – 0,3 metinės dozės, kurią gauna akių lęšiukai, oda arba galūnės. B kategorijos laikomas darbuotojas, kuris nepriklauso A kategorijai.

Lietuvos Respublika, formuodama ir įgyvendindama radiacinės saugos politiką, yra prisijungusi prie tokių tarptautinių konvencijų: Branduolinio saugumo konvencijos, Jungtinės panaudoto branduolinio kuro tvarkymo saugos ir radioaktyviųjų atliekų tvarkymo saugos konvencijos, Vienos konvencijos dėl civilinės atsakomybės už branduolinę žalą ir bendro protokolo dėl Vienos konvencijos bei Paryžiaus konvencijos taikymo, Vienos konvencijos dėl civilinės atsakomybės už branduolinę žalą pakeitimo, Konvencijos dėl operatyvios informacijos apie branduolinę avariją.

Pagal Lietuvos Respublikos radiacinės saugos įstatymo reikalavimu**s nustatyti tokie radiacinės saugos principai:**

- **jonizuojančiosios spinduliuotės šaltinių naudojimo pagrįstumo principas** – socialinė, ekonominė nauda žmogui ir visuomenei;
- **ribojimo principas** – visų veiklų sukeltų dozių suma negali būti didesnė nei leistinoji ribinė, išskyrus paciento gaunamą dozę;
- **optimizavimo principas** – atskirų asmenų ar visos visuomenės visokia apšvita turi būti tokia maža, kokią įmanoma pasiekti, atsižvelgiant į ekonomines bei socialines sąlygas.

Radiacinės saugos įstatyme taip pat nustatytos Lietuvos Respublikos Vyriausybės, savivaldybės administracijos, Sveikatos apsaugos ministerijos ir Radiacinės saugos centro funkcijų radiacinės saugos valstybinio valdymo srityje.

Vyriausybė tvirtina valstybines programas, reglamentuoja ypatingo režimo sąlygas, steigia ir tvirtina jonizuojančiosios spinduliuotės šaltinių registrą, nustato valstybės institucijų funkcijas. Savivaldybės skelbia visuomenei informaciją, rengia radiacinių avarijų likvidavimo planus. Sveikatos apsaugos ministerija reglamentuoja fizinių asmenų ir visuomenės radiacinę saugą.

Pagal Įstatymo reikalavimus nustatytos ūkinės veiklos, susijusios su jonizuojančiosios spinduliuotės šaltiniais, licencijavimo sritys. Ūkinė veikla su jonizuojančiosios spinduliuotės šaltiniais pagal Vyriausybės patvirtintų nuostatų reikalavimus yra licencijuojama. Lietuvoje įsteigtas jonizuojančiosios spinduliuotės šaltinių ir darbuotojų apšvitos registras. Vykdomas valstybinis oro, geriamojo vandens, maistinių žaliavų ir maisto bei statybos produktų taršos radionuklidais monitoringas, taip pat darbuotojų ar jų atskirų rizikos grupių individualiosios apšvitos monitoringas. Ūkio subjektai privalo atlikti darbo vietų ir aplinkos monitoringą.

Nustatyta, kad nauji gyvenamieji pastatai turi būti projektuojami ir statomi taip, kad vidutinis radono aktyvumas gyvenamosiose patalpose būtų ne didesnis kaip

200 Bq/kg. Darbo vietose, kuriose dirbama ne mažiau kaip 80 % darbo laiko, vidutinis radono tūrinis aktyvumas tūri neviršyti 200 Bq/kg. Kai darbo vietoje dirbama trumpiau kaip 80 % darbo laiko, vidutinis radono tūrinis aktyvumas tūri neviršyti 400 Bq/kg. Taip pat nustatytos statybos produktų savitojo aktyvumo ribinės vertės.

Pagrindiniai teisės aktai, reguliuojantys ūkinę veiklą, susijusią su jonizuojančiąja spinduliuote, pateikti radiacinės saugos reglamentuojančių dokumentų rinkinyje [174].

Elektromagnetinę spinduliuotę vadiname aplinkoje sklindančius elektromagnetinio lauko spindulius. Gamtiniai elektromagnetinės spinduliuotės šaltiniai – kosmosas, atmosferos reiškiniai, Žemės elektriniai ir magnetiniai laukai. Biologiniai procesai gyvuosiuose organizmuose taip pat yra susiję su elektros krūvių atsiradimu, kurie identifikuojami tiriant širdies, galvos smegenų, skeleto raumenų veiklą, įrašant elektrokardiogramą, elektroencefalogramą ir kt. Tačiau aplinkai poveikį daugiausia daro **technogeniniai elektromagnetinės spinduliuotės šaltiniai:** radiolokacijos, radionavigacijos įrenginiai, radijo, televizijos, mobiliojo ryšio stotys. Elektromagnetinę spinduliuotę skleidžiantys įrenginiai naudojami pramonės įmonėse, medicinoje, kitose ūkinės ir komercinės veiklos srityse, taip pat buityje. Elektromagnetine spinduliuote grindžiamos technologijos, taikomos sujungiant polimerinių medžiagų, medienos detales, metalų detalėms kaitinti, tekstilės, popieriaus gamybos įmonėse. Elektromagnetinių spindulių sukuriamo lauko šildomasis poveikis naudojamas atliekant fizioterapijos procedūras – diatermiją, gydant piktybinius navikus, šalinant biologines atliekas, sterilizuojant gaminius ir kt.

Elektromagnetinė spinduliuotė apibūdinama tokiais parametrais: virpesių dažniu (φ), Hz, bangų sklidimo laiku (T), s, bangos ilgiu (λ), m ir bangos sklidimo greičiu (km/s), kuris yra lygus šviesos spindulių sklidimo greičiui – $3 \cdot 10^5 \text{km} \cdot \text{s}^{-1}$.

Elektromagnetinės spinduliuotės **elektrinė dedamoji** matuojama voltais metrui ($\text{V} \cdot \text{m}^{-1}$), **magnetinė dedamoji** matuojama amperais metrui ($\text{A} \cdot \text{m}^{-1}$), mikroteslais, μT, arba nanoteslais, nT. Žinant elektromagnetinės spinduliuotės elektrinės dedamosios parametro vertę, magnetinės dedamosios parametro vertę galima apskaičiuoti pagal lygtį:

$$E = 377H, \tag{3.14}$$

čia: E – elektromagnetinės spinduliuotės elektrinės dedamosios parametro vertė; H – magnetinės dedamosios parametro vertė.

Elektromagnetinės spinduliuotės sukuriamo **energijos srauto tankio vertė** matuojama vatais kvadratiniam metrui ($\text{W} \cdot \text{m}^{-2}$), milivatais kvadratiniam centimetrui ($\text{mW} \cdot \text{cm}^{-2}$) arba mikrovatais kvadratiniam centimetrui ($\mu\text{W} \cdot \text{cm}^{-2}$). Elektromagnetinės spinduliuotės bangos pagal virpesių dažnį skirstomos į devynias grupes (3.18 lentelė).

Pramoninio dažnio kintamosios srovės bangų dažnis yra 50 Hz, radijo bangų dažnio diapazonas – 9 kHz–3 000 GHz. Mobiliųjų radijo ryšių signalų siųstuvai veikia 900–1800 MHz dažnių ruože.

3.18 lentelė. Elektromagnetinės spinduliuotės bangų klasifikacija pagal bangų dažnį [175]

Bangų ilgis	Bangų dažnio ribos	Dažnio grupė
Gigametrinės	0,3 kHz	Ultražemos
Megametrinės	3–30 kHz	Labai žemos
Kilometrinės	30–300 kHz	Žemos
Hektometrinės	0,3–3 MHz	Vidutinės
Dekametrinės	3–30 MHz	Aukštos
Metrinės	30–300 MHz	Labai aukštos
Decimetrinės	0,3–3 GHz	Ultraaukštos
Centimetrinės	3–30 GHz	Superaukštos
Milimetrinės	30–300 GHz	Ekstremaliai aukštos

Žemės magnetinio lauko vertė – 30–70 μT. Žemės elektrostatinio lauko įtampos vertė priklauso nuo geografinės vietovės, metų laiko (sezoniškumo) ir gali keistis nuo 0,1 $V \cdot m^{-1}$ iki 500 $V \cdot m^{-1}$. Elektrinio lauko stiprio vertė, susitraukiant žmogaus širdies raumeniui, siekia 50 $mV \cdot m^{-1}$, funkcionuojant galvos smegenims – 5 $mV \cdot m^{-1}$.

Kompiuterio monitoriaus ekrano paviršiuje pasirodančių ženklų atsiradimas yra susijęs su elektromagnetinės spinduliuotės bangomis, kurių dažnis sudaro 2–400 kHz. Kompiuterio operatoriaus darbo vietoje, 3–5 cm nuotoliu nuo monitoriaus ekrano, magnetinio lauko įtampos vertė gali siekti kelių μT, 30–50 cm nuotoliu – 700 nT, elektrinio lauko įtampos vertė gali siekti net 10 $V \cdot m^{-1}$.

Buitiniai prietaisai (dulkių siurbliai, lygintuvai, plaukų džiovintuvai) 30 cm atstumu sukuria elektrinį lauką, kurio vertė sudaro 16–60 $V \cdot m^{-1}$. Išvardytų prietaisų magnetinio lauko įtampos vertė tokiu pat atstumu gali siekti 10–20 μT. Spalvoto televizoriaus skleidžiamos elektromagnetinės spinduliuotės elektrinė dedamoji 30 cm atstumu siekia 30 $V \cdot m^{-1}$, magnetinė dedamoji analogišku atstumu sudaro 0,04–2,0 μT. Mobiliųjų ryšių telefonų galia yra 1–2 W, jų išspinduliuojama energija sukuria elektromagnetinį lauką, kurio tankis siekia 5–26 $\mu W \cdot cm^{-2}$. Buitinė mikrobangų krosnelė sukuria energijos srautą, kurio tankis siekia apie 1 $mW \cdot cm^{-2}$, esant atviroms durelėms – iki 90 $mW \cdot cm^{-2}$. Elektros prietaisų magnetinės dedamosios sukeliama įtampa mažėja, didėjant atstumui. Mikrobangų krosnelės elektromagnetinės spinduliuotės magnetinės dedamosios sukeliamos įtampos dydis siekia 50 μT, 10 cm atstumu – 20 μT, 100 cm atstumu – 0,1 μT.

Nuo praėjusio amžiaus paskutinio dešimtmečio vidurio Lietuvos teritorijoje pradėta įrenginėti **mobiliojo ryšio bazines stotis,** į aplinką skleidžiančias superaukšto dažnio (900 MHz) elektromagnetinės spinduliuotės bangas. Bazinės stotys išdėstomos tankiai per visą šalies teritoriją ir kartu su kitais elektromagnetinės spinduliuotės šaltiniais sukuria nuolatinį energinį foną.

Vilniaus visuomenės sveikatos centras 1996–1997 m. daugiau kaip 50 vietovių atliko elektromagnetinės spinduliuotės parametrų matavimus. Nustatyta, kad gyventojus, gyvenančius atokiau nuo galingų elektromagnetinės spinduliuotės šaltinių, veikia vidutiniškai 1,3 $V \cdot m^{-1}$ spinduliuotė (leidžiama atsižvelgus į dažnį nuo 3 iki 25 $V \cdot m^{-1}$). Skirtingose vietovėse parametro vertė kito nuo 0,7 iki 1,7 $V \cdot m^{-1}$. Vietovėse šalia stambių radijo ir televizijos centrų elektromagnetinio lauko elektrinės dedamosios parametro vertė siekė 2,5–3,5 $V \cdot m^{-1}$ (dažnių diapazone, kuriame leidžiama ne daugiau kaip 3 $V \cdot m^{-1}$) [176]. Atliktų matavimų duomenimis, elektromagnetinės spinduliuotės lauko tankio vertės Lietuvos teritorijoje sudaro 0,8–1,5 $\mu W \cdot cm^{-2}$, t. y. gerokai mažesnės nei ribinės pagal visuomenės sveikatos priežiūros teisės aktų reikalavimus.

J.A. Elsder ir kt. duomenimis, elektromagnetinės spinduliuotės šaltiniai Jungtinėse Amerikos Valstijose sukuria elektromagnetinį lauką, kurio tankio vidutinė vertė sudaro 50 $\mu W \cdot m^{-1}$, 0,6 % šalies miestų gyventojų eksponuojami elektromagnetinio lauko, kurio tankis sudaro 10 $mW \cdot m^{-1}$ [177]. Elektromagnetinės spinduliuotės, kurią skleidžia Danijos aukštosios 50 Hz dažnio įtampos elektros tinklų laidai, magnetinė dedamoji žemės paviršiuje po laidais siekia 1–10 μT, 50–100 m atstumu ji sumažėja iki 0,1 μT. Elektromagnetinės spinduliuotės magnetinės dedamosios dydis 100 m atstumu nuo aukštosios įtampos antžeminių elektros energijos perdavimo linijų priklauso nuo perduodamos energijos įtampos dydžio. Kai aukštosios įtampos elektros tinklais perduodamos elektros energijos įtampa sudaro 400 kV, magnetinio lauko dydis iki 0,25 μT sumažėja 100 m atstumu. Kai elektros tinklais perduodama 132/150 kV įtampos elektros energija, magnetinio lauko dydis iki 0,25 μT sumažėja perpus mažesniu 50 m atstumu. Aukštosios įtampos 150 kV elektros kabelį nutiesus po žeme, didžiausias magnetinis laukas, siekiantis 10 μT, konstatuojamas prie žemės paviršiaus. Nutiesus analogiškos įtampos antžeminius elektros tinklų laidus, magnetinio lauko dydis prie žemės paviršiaus sudaro 5 μT, tačiau 1,8 m aukštyje – apie 9 μT. Elektromagnetinės spinduliuotės elektrinė dedamoji žemės paviršiuje po 400 kV aukštosios įtampos laidais sudaro 5–6 kV/m, po 150 kV įtampos laidais – 1–2 kV/m.

Danijoje atliktais elektromagnetinės spindliuotės tyrimų duomenimis, gyvenamuosiuose namuose, nesančiuose po aukštosios įtampos elektros laidais, elektromagnetinės spinduliuotės magnetinės dedamosios dydis sudaro vidutiniškai 0,04 μT, tačiau daugeliu atvejų jis neviršijo 0,05 μT. Vienbučiuose gyvenamuosiuose namuose,

pastatytuose šalia aukštosios įtampos elektros perdavimo linijų, magnetinės dedamosios vidurkis sudarė 0,29 μT, o didžiausia šio parametro vertė siekė 2,24 μT.

Danijos mokslininkų atlikto epidemiologinio tyrimo duomenimis, vaikų, gyvenusių namuose, kuriuose elektromagnetinės spinduliuotės magnetinės dedamosios dydis buvo ne mažesnis kaip 0,25 μT, rizika susirgti kraujo, limfos sistemos vėžiu arba galvos naviku buvo 1,5 karto didesnė, nei kontrolinės grupės vaikų [178].

Švedijos mokslininkų M. Feychting ir A. Ahblom (1992) duomenimis, tarp vaikų, gyvenusių namuose, kuriuose elektromagnetinio lauko magnetinės dedamosios dydis 0,10–0,19 μT, reliatyvi rizika susirgti leukemija (kraujo vėžiu) 2,1 didesnė nei neeksponuojamoje vaikų grupėje. Kai elektromagnetinio lauko magnetinės dedamosios dydis – 0,3 μT, reliatyvi rizika vaikams susirgti leukemija buvo 3,8 didesnė nei kontrolinės grupės vaikų reliatyvi rizika susirgti leukemija [179].

Žmogaus kūne vykstantys fiziologiniai procesai yra susiję su elektros lauko sukūrimu. Perduodant nervų impulsus susidaro elektros laukas, tankis sudaro 1 mA/m^2, o susitraukiant širdies raumeniui, siekia 10 mA/m^2. Nustatyta, kad veikiant elektros laukui, kurio tankis siekia 100–1 000 mA/m^2, sudirginama centrinė nervų sistema, kai elektros lauko tankis viršija 1 000 mA/m^2, pažeidžiama širdies veikla.

Elektromagnetinė spinduliuotė pasižymi tiek **specifiniu,** tiek **nespecifiniu (šiluminiu) poveikiu.** Žmogaus organizmą daugiausia veikia superaukšto dažnio (3–30 GHz) centimetrinių bangų sukuriamas elektromagnetinis laukas. Centimetrinės bangos į žmogaus organizmą prasiskverbia 1/10 bangos ilgio, audiniai sugeria ne daugiau kaip pusę kūno paviršiaus veikiančios energijos. Ultraaukšto dažnio decimetrinės bangos įsiskverbia 10–15 cm gyliu. Jos naudojamos įvairių ligų fizioterapiniam gydymui.

Daugiausia elektromagnetinės spinduliuotės energijos sugeriama esant 70 MHz dažniui, kuris vadinamas viso žmogaus organizmo rezonansu. Dėl elektromagnetinių spindulių sukuriamos energijos kaitinamojo poveikio pakyla kūno temperatūra, sutrinka organizme vykstantys biocheminiai procesai, mažėja fermentų aktyvumas, pažeidžiama vidaus sekrecijos liaukų funkcija. Didesnis kūno temperatūros pakilimas gali sukelti šiluminį stresą, dėl kurio sutrinka pagrindinių, gyvybinių organizmo centrų – kraujotakos ir kvėpavimo funkcijos. Moksliniais tyrimais nustatyta, kad skirtingi organai įšyla veikiant organizmą skirtingo ilgio elektromagnetinės spinduliuotės bangoms. Kepenys ir kraujas jautresni 80–100 cm bangų poveikiui, o raumenų, odos audinius labiau veikia ilgesnės kaip 300 cm bangos.

Dėl **šiluminio poveikio** akies lęšiukas drumstėja. Toks akies lęšiuko pažeidimas vadinamas katarakta (drumstimi), dėl kurios šviesos spinduliai nepasiekia akies tinklainės, ir žmogus ilgainiui netenka regėjimo. Elektromagnetinių spindulių sukeliama katarakta dažniausiai serga darbuotojai, kurie darbo metu eksponuojami elektromagnetine spinduliuote, todėl toks regėjimo funkcijos pažeidimas traktuojamas kaip profesinė liga. Akies lęšiuko kataraktą gali sukelti elektromagnetinė spinduliuotė, sukurianti lauką, kurio tankis siekia 10–40 mW·cm^{-2}. Yra aprašytas akies lęšiuko

kataraktos (drumsties) atvejis, kuris diagnozuotas namų šeimininkei, ilgą laiką besinaudojusiai mikrobangų krosnele.

Elektromagnetinės spinduliuotės specifinis poveikis yra susijęs su centrinės, taip pat vegetacinės nervų sistemos, kraujotakos, vidaus sekrecijos, kitų organų sutrikimais. Mokslinių tyrimų duomenimis, elektromagnetinės spinduliuotės sukelti sutrikimai paaiškinami jų demoduliuojančiu, molekuliniu ir dezadaptuojančiu poveikiu. Demoduliuojantis poveikis sukelia elektrinių procesų širdies raumenyje bei galvos smegenyse sutrikimų.

Elektromagnetinės spinduliuotės molekulinis poveikis yra susijęs su organizmo audinių molekulių bei atomų poliarizacija, pakinta medžiagų apykaitos cheminės reakcijos, sutrinka baltymų sintezė, maistingųjų medžiagų, mikroelementų, būtinų normaliam organizmo funkcionavimui, pasisavinimas, mažėja fermentų aktyvumas, pakinta angliavandenių apytaka. Dėl viso to mažėja organizmo atsparumas nepalankių aplinkos veiksnių poveikiui. Žmogus, veikiamas elektromagnetinės spinduliuotės, negali adaptuotis prie aplinkos oro temperatūros, kitų atmosferos reiškinių pokyčių, jautriai reaguoja į aplinkos oro cheminę ir biologinę taršą, dažniau serga, daugiau imlus užkrečiamųjų ligų sukėlėjų poveikiui.

Elektromagnetinė spinduliuotė nepalankiai veikia endokrininę sistemą, stabdydama hipofizės, taip pat moduliuodama skydliaukės hormonų aktyvumą. Yra mokslinių publikacijų, kuriose įrodoma, kad elektromagnetinė spinduliuotė gali pakenkti negimusiam kūdikiui, taip pat gali pažeisti reprodukcinę žmogaus sistemą [180].

Elektromagnetinės spinduliuotės nepavojingus žmonių sveikatai parametrų dydžius ir ūkinę veiklą, susijusią su elektromagnetinės spinduliuotės šaltinių naudojimu, reglamentuoja visuomenės sveikatos priežiūros teisės aktai [181–183].

Elektromagnetinio lauko elektrinio ir magnetinio lauko stipris reglamentuojamas, atsižvelgus į elektromagnetinės spinduliuotės bangų dažnį ir veikimo trukmę. Kai elektromagnetinė spinduliuotės ekspozicija yra ne trumpesnė kaip 8 val., nustatytos tokios jos **parametrų ribinės vertės:**

- elektromagnetinei spinduliuotei, kurios bangų dažnis yra 0,01–300 MHz, lauko **elektrinės dedamosios** parametro vertė turi būti ne didesnė kaip 10–50 $V \cdot m^{-1}$;
- elektromagnetinės spinduliuotės, kurios bangų dažnis yra 0,01–50 MHz, **magnetinė dedamoji** turi būti ne didesnė kaip 0,3–5,0 $A \cdot m^{-1}$;
- sukurto elektromagnetinio lauko energijos **srauto lauko tankis** (0,3–300 GHz) neturi būti didesnis kaip 25 $\mu W \cdot m^{-2}$. Kai bangų dažnis didesnis kaip 300 MHz, elektromagnetinės energijos tankis neturi viršyti 0,1 $mW \cdot m^{-2}$, arba 10 $\mu W \cdot m^{-2}$.

Elektrinio lauko, kurį sukuria 330 kV aukštosios įtampos orinės elektros perdavimo linijos, stipris būsto ir viešosios paskirties pastatų patalpose neturi būti didesnis kaip 0,5 $kV \cdot m^{-1}$, gyvenamosiose teritorijose turi būti ne didesnis kaip 1 $kV \cdot m^{-1}$.

Europos šalių žmonėms rekomenduojamosios nekenksmingos elektromagnetinės spinduliuotės parametrų vertės pateiktos 3.19 lentelėje.

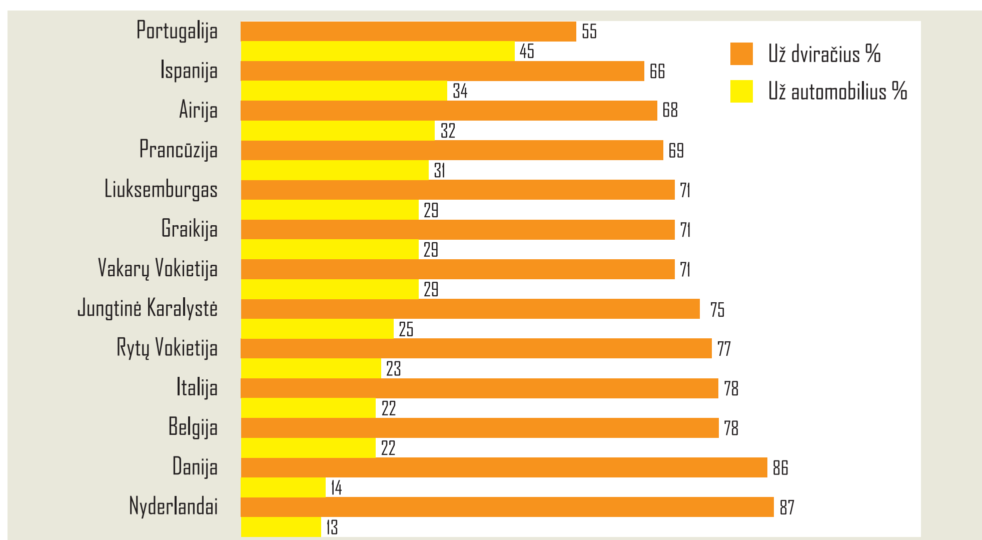
3.19 lentelė. Europos šalyse rekomenduojamos elektromagnetinės spinduliuotės ribinės parametrų vertės [184]

Eksponuojama populiacija	Elektros energijos perdavimo linijos, 50 Hz		Bazinės judriojo radijo ryšio stotys		Mikrobangės krosnelės
	elektrinė dedamoji, $kV \cdot m^{-1}$	magnetinė dedamoji, μT	900 MHz bangų dažnis, $W \cdot m^{-2}$	1,8 GHz bangų dažnis, $W \cdot m^{-2}$	2,45 GHz bangų dažnis, $W \cdot m^{-2}$
Gyventojai	5	100	4,5	9	10
Darbuotojai	10	500	22,5	45	50

Judriojo radijo ryšio bazinės stotys (bazinės stotys) turi būti projektuojamos laikantis teritorijų planavimą ir statinių projektavimą reglamentuojančių teisės aktų reikalavimų. Bazinių stočių radijo ryšių signalų siųstuvai ir perdavimo relinės antenos turi būti įrengiamos aukščiausiose vietose. Šiam tikslui labiausiai tinka specialiai statomi bokštai, inžineriniai statiniai (radijo, televizijos transliacijos bokštai), aukšti pramoniniai, administraciniai pastatai, viešbučiai. Bazines stotis, nepažeidžiant visuomenės sveikatos priežiūros teisės aktų reikalavimų, galima įrengti ant daugiaaukščių gyvenamųjų namų stogų.

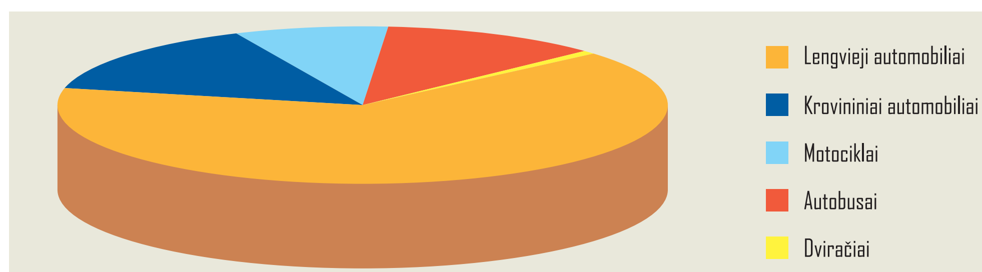
Rengiant bazinių stočių techninį projektą, skaičiuojamas mikrobanginės elektromagnetinės spinduliuotės sukuriamo lauko tankis. Prognozuojamos šio parametro vertės tiek šalia bazinių stočių įrenginių, tiek arčiausių gyvenamųjų pastatų balkonuose, lodžijose, taip pat 300 m pagal antenos spinduliuotės kryptį, 2 m aukštyje virš žemės paviršiaus. Rengiant projektuojamos bazinės stoties poveikio aplinkai prognozę, įvertinamas elektromagnetinės spinduliuotės šaltinių, esančių 300 m spinduliu, poveikis, į kurį atsižvelgiama darant galutines išvadas. Baigta įrengti bazinė stotis nustatyta tvarka priimama naudoti prieš tai išmatavus mikrobanginės spinduliuotės lauko tankį.

Siekiant sumažinti elektromagnetinės spinduliuotės poveikį dirbant su kompiuteriu, vienai darbo vietai turi būti skiriama ne mažiau kaip 6 m^2. Norint išvengti skirtingų vaizdo terminalų skleidžiamos spinduliuotės suminio poveikio, atstumas tarp vaizdo terminalo ekrano ir gretimo vaizdo terminalo užnugarinio paviršiaus turi būti ne mažesnis kaip 2 m. Vaizdo terminalų šoninius paviršius turi skirti ne mažesnis kaip 1,2 m tarpas.



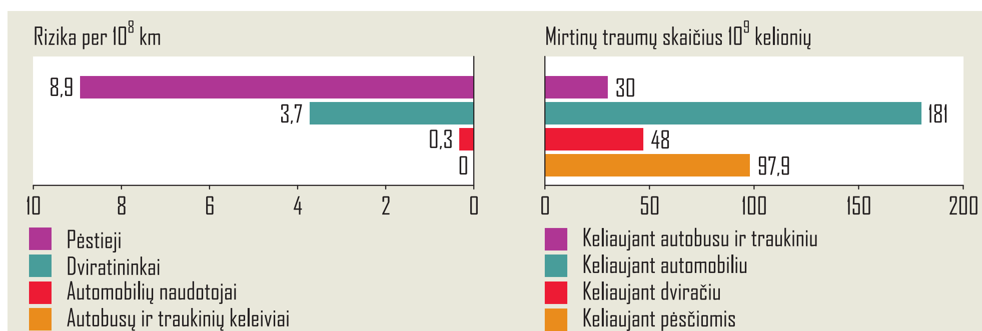
Šaltinis: THORSON, O.; ROBUSTE, F. *Walking and cycling in the city*. WHO Regional Office for Europe, 1998.

2.4 pav. Europos šalių gyventojų požiūris į variklinių ir bevariklių transporto priemonių pasirinkimą, apklaustųjų %



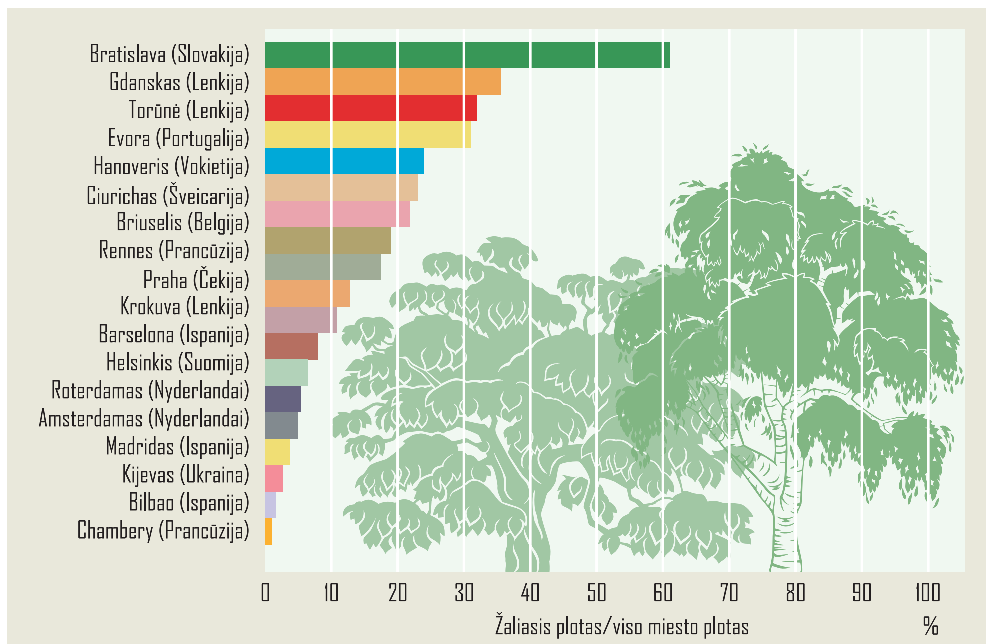
Šaltinis: THORSON, O.; ROBUSTE, F. *Walking and cycling in the city*. WHO Regional Office for Europe, 1998.

2.5 pav. Pėsčiųjų traumos, susijusios su skirtingomis transporto priemonėmis, Didžiosios Britanijos keliuose

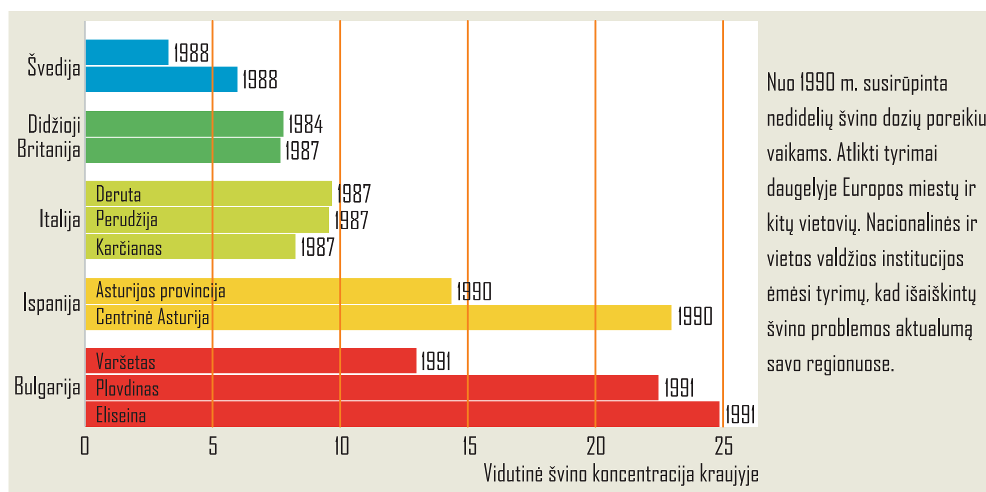


Šaltinis: THORSON, O.; ROBUSTE, F. *Walking and cycling in the city*. WHO Regional Office for Europe, 1998.

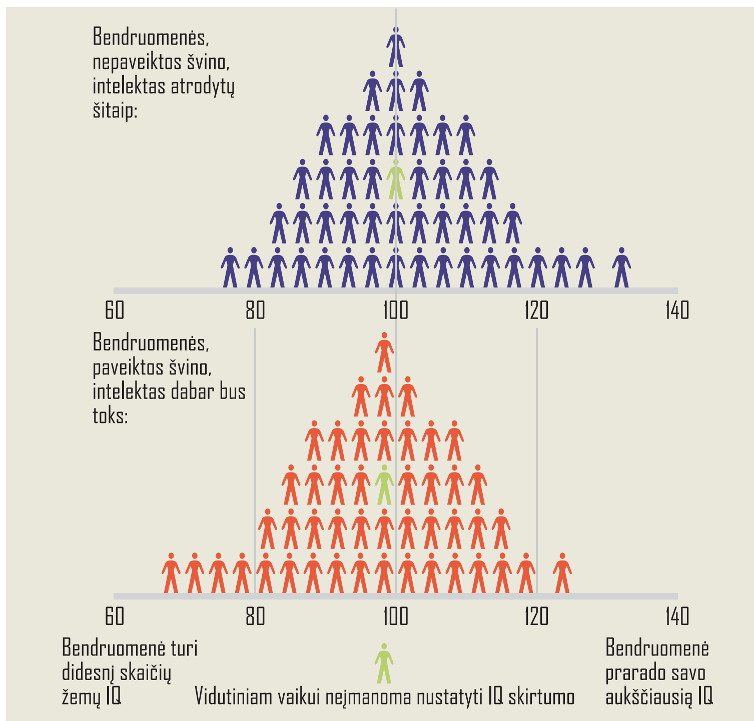
2.6 pav. Nelaimingų atsitikimų rizika, atsižvelgiant į keliavimo būdą



Šaltinis: VILALTA, A. *Green cities, blue cities*. WHO Regional Office for Europe, 1998.
2.7 pav. Europos miestų teritorijų žaliųjų plotų dydžių duomenys



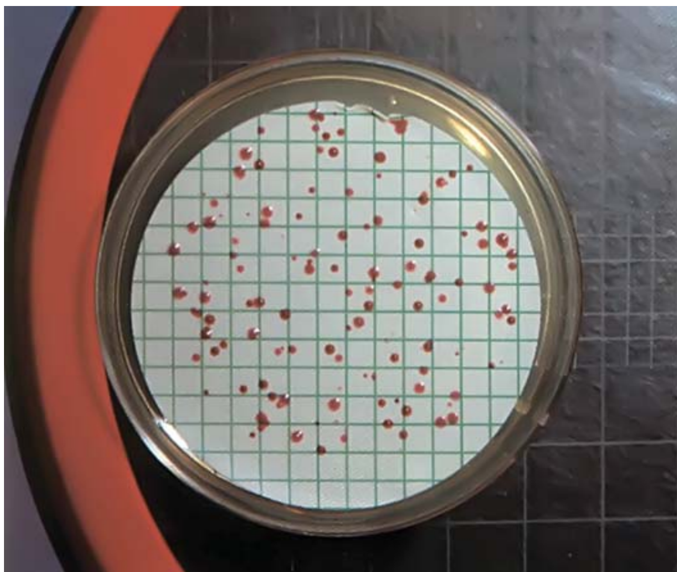
Šaltinis: CALDER, I. *Švinas ir sveikata.* PSO Europos biuras, 1995. 20 p.
3.5 pav. Vidutinė švino koncentracija Europos šalių gyventojų kraujyje



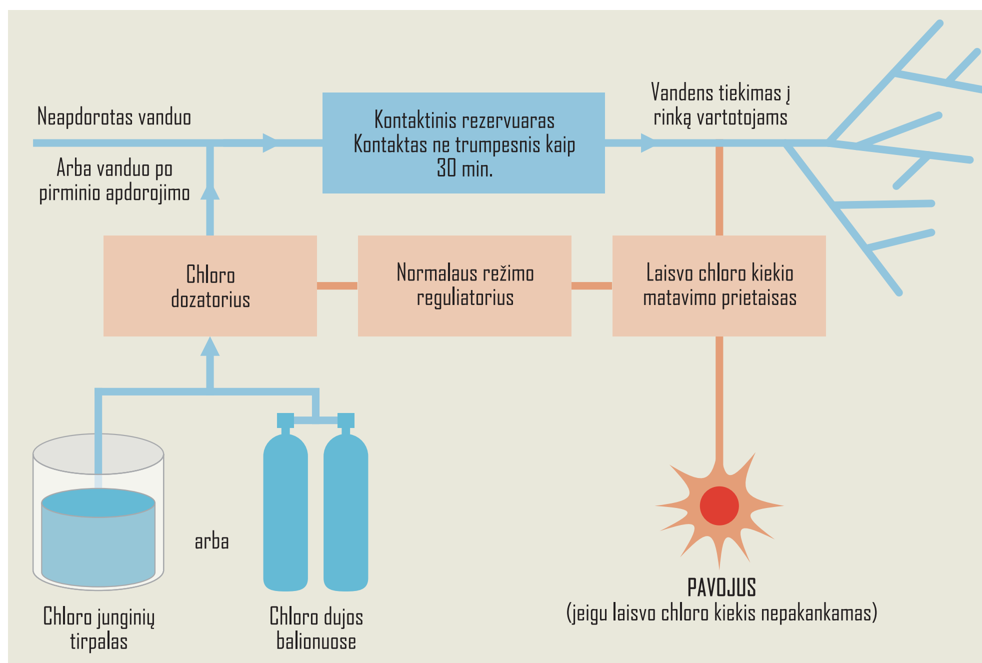
Šaltinis: CALDER, I. *Švinas ir sveikata.* PSO Europos biuras, 1995. 20 p.
3.6 pav. Švino poveikis gyventojų intelektui



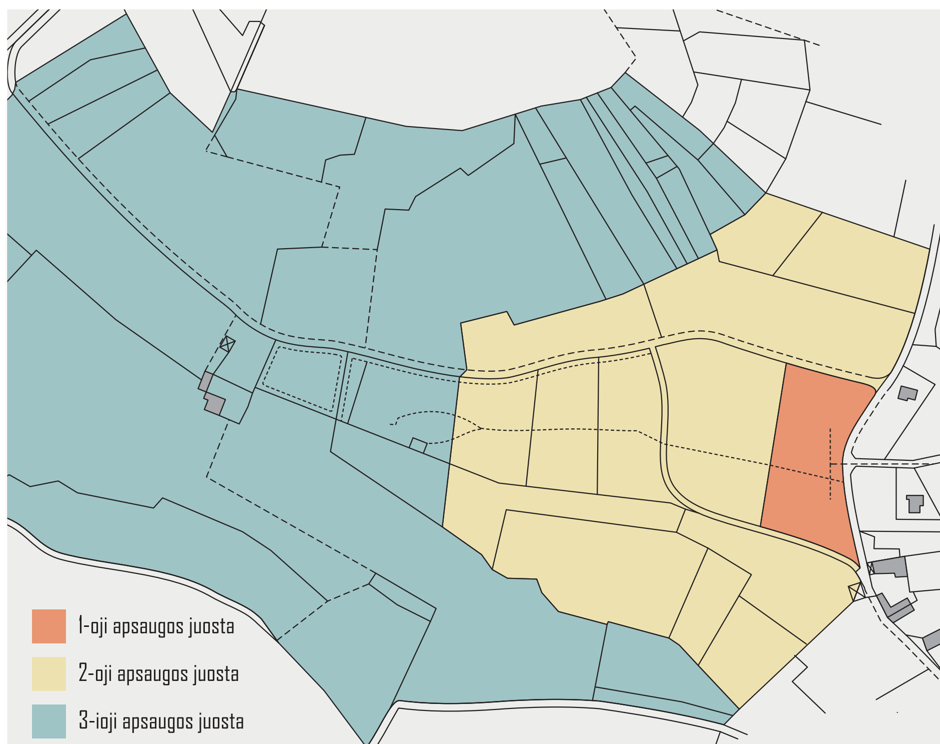
Šaltinis: MONTIEL, A. *Vandens dezinfekcija.* PSO Europos biuras, 1995.
3.7 pav. Per vandenį plintančios užkrečiamosios ligos sukėlėjo bakterija *Escherichia coli* (žarninė lazdelė)



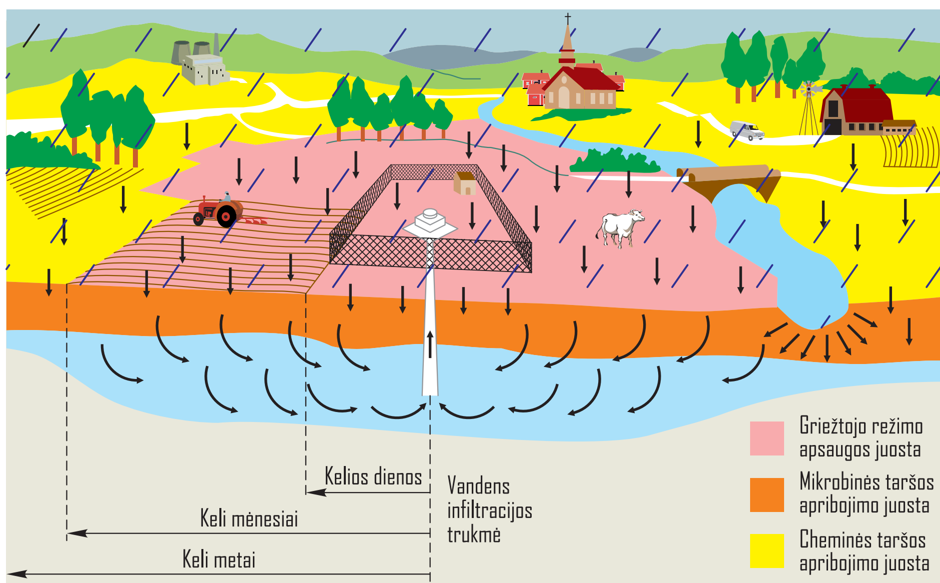
Šaltinis: MONTIEL, A. *Vandens dezinfekcija*. PSO Europos biuras, 1995.
3.8 pav. Vandens mikroorganizmų kultūra, išauginta laboratorijoje



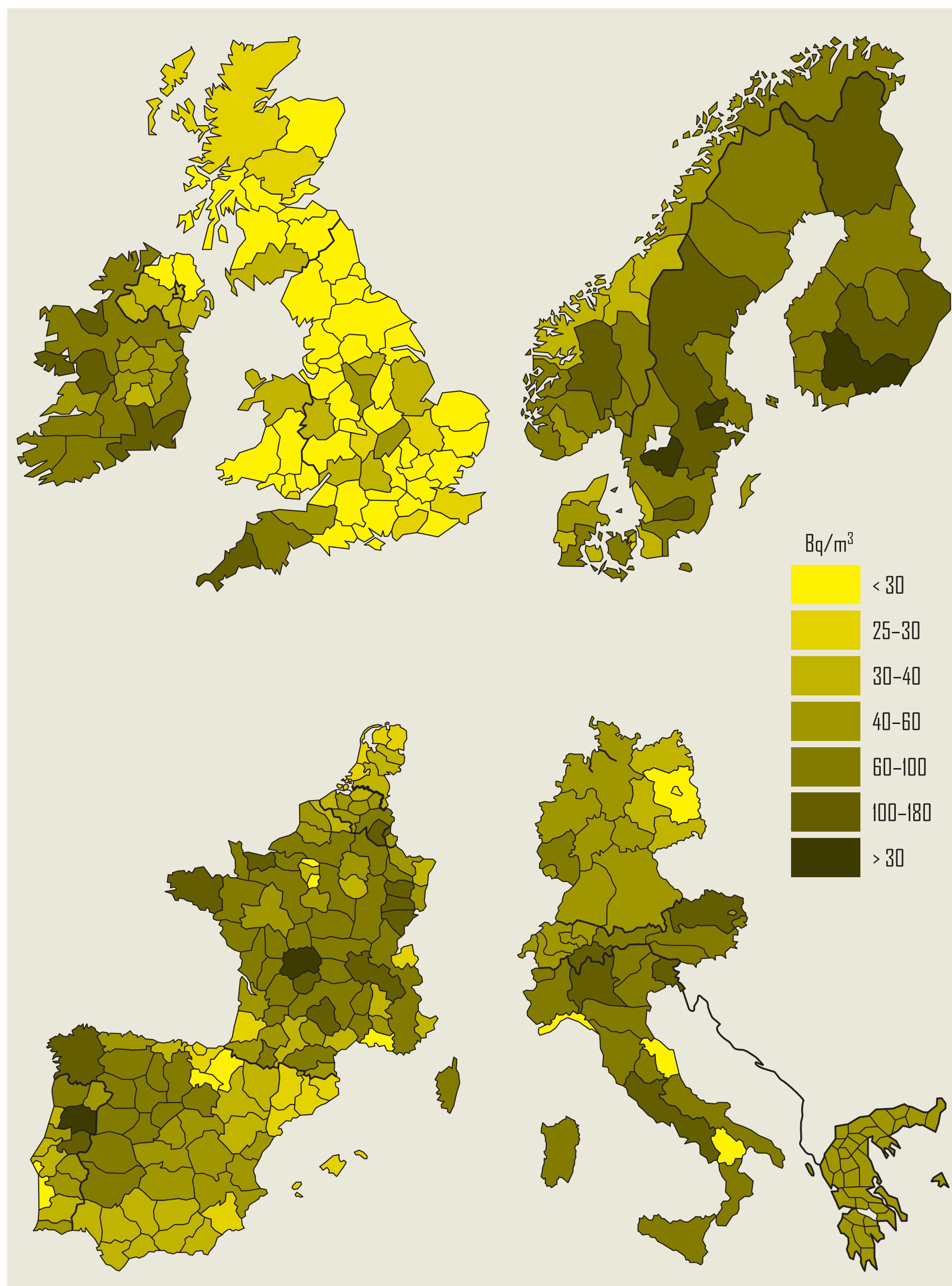
Šaltinis: MONTIEL, A. *Vandens dezinfekcija.* PSO Europos biuras, 1995.
3.9 pav. Geriamojo vandens kenksningumo naikinimo chloru schema



Šaltinis: POTELON, J.-L. *Protection of water sources.*
WHO Regional Office for Europe, 1995.
3.10 pav. Požeminio vandens telkinio sanitarinės apsaugos zonos schema



Šaltinis: POTELON, J.-L. *Protection of water sources.*
WHO Regional Office for Europe, 1995.
3.11 pav. Požeminio vandens telkinio apsaugos juostų ribos



Šaltinis: BARAS, D.; TIRMARCHE, M. *Le radon.* WHO Regional Office for Europe, 1996.

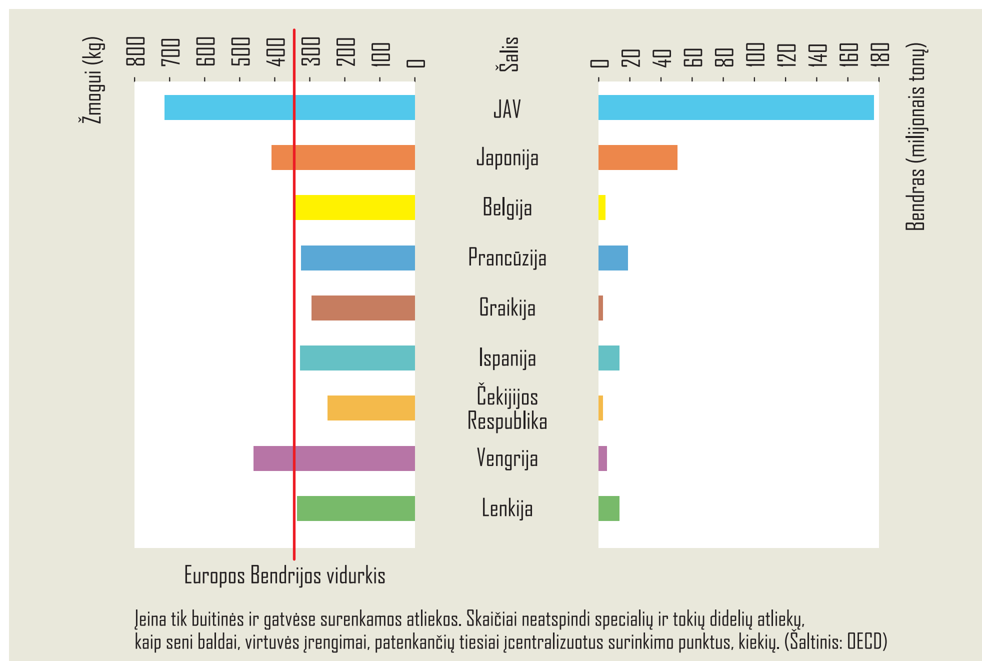
3.12 pav. Radono koncentracija Europos šalių pastatuose, Bq/m^3



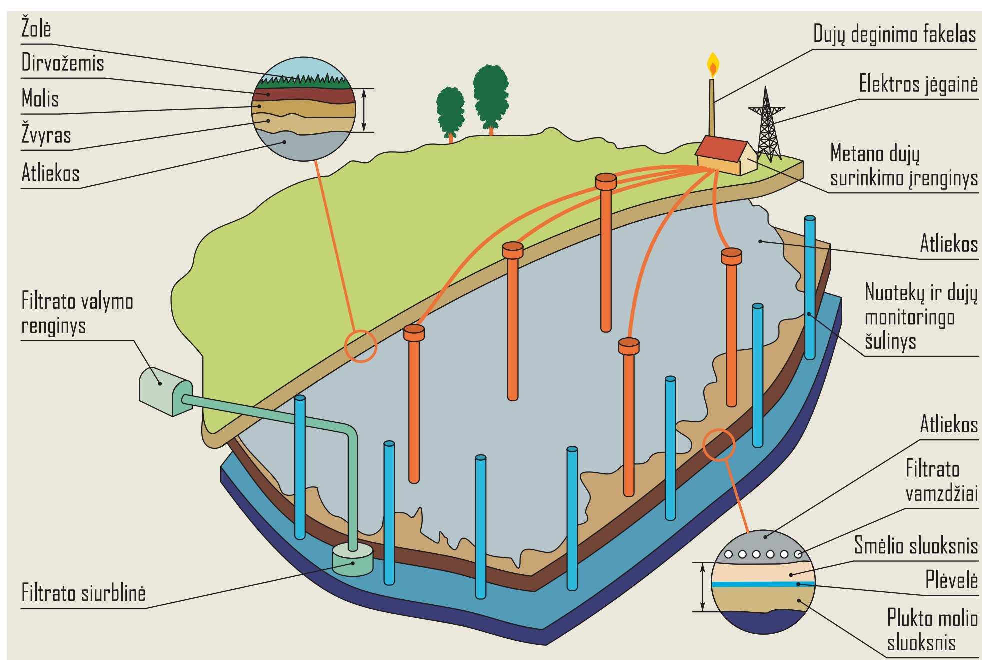
Šaltinis: SUTHERLEN, W. *Contaminated land.* WHO Regional Office for Europe, 1997.
3.18 pav. Buvusios karo oro laivyno bazės užterštumo teritorija



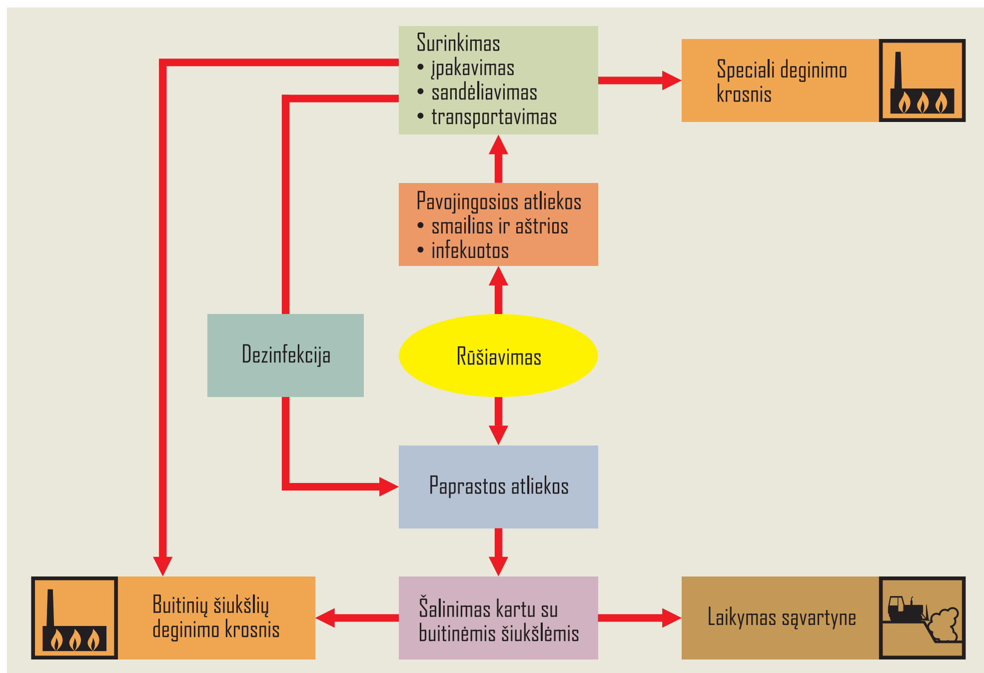
Šaltinis: RUSHBROOK, P.; BRIAND, E. *Hazardous waste.*
WHO Regional Office for Europe, 1998.
3.19 pav. Pavojingųjų cheminių medžiagų statinių neįrengtas sąvartynas paviršinio vandens telkinio pakrantėje



Šaltinis: THURGOOD, M. *Kietosios atliekos ir sveikata.* PSO Europos biuras, 1995.
3.21 pav. Komunalinių kietųjų atliekų kiekis 1990 m.

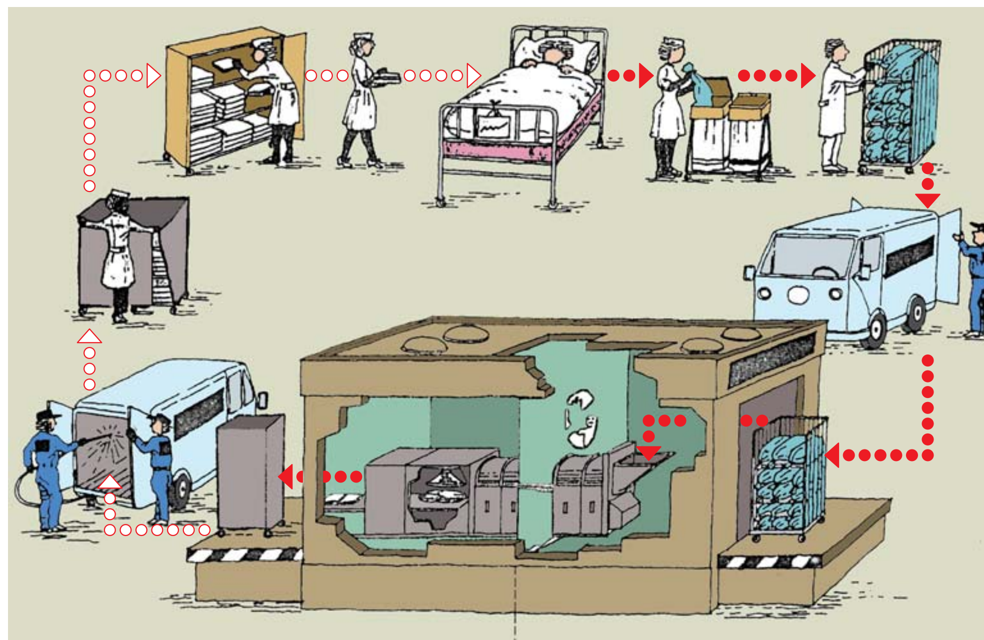


Šaltinis: THURGOOD, M.; MEIJER, J.-E. *Landfill.* WHO Regional Office for Europe, 1995.
3.22 pav. Buitinių atliekų sąvartyno tvarkymo schema



Šaltinis: BOUNDOT, M. J.; COMMEINHES, M. M. *Medicininės atliekos.* PSO Europos biuras, 1997.

3.23 pav. Atliekų tvarkymo schema

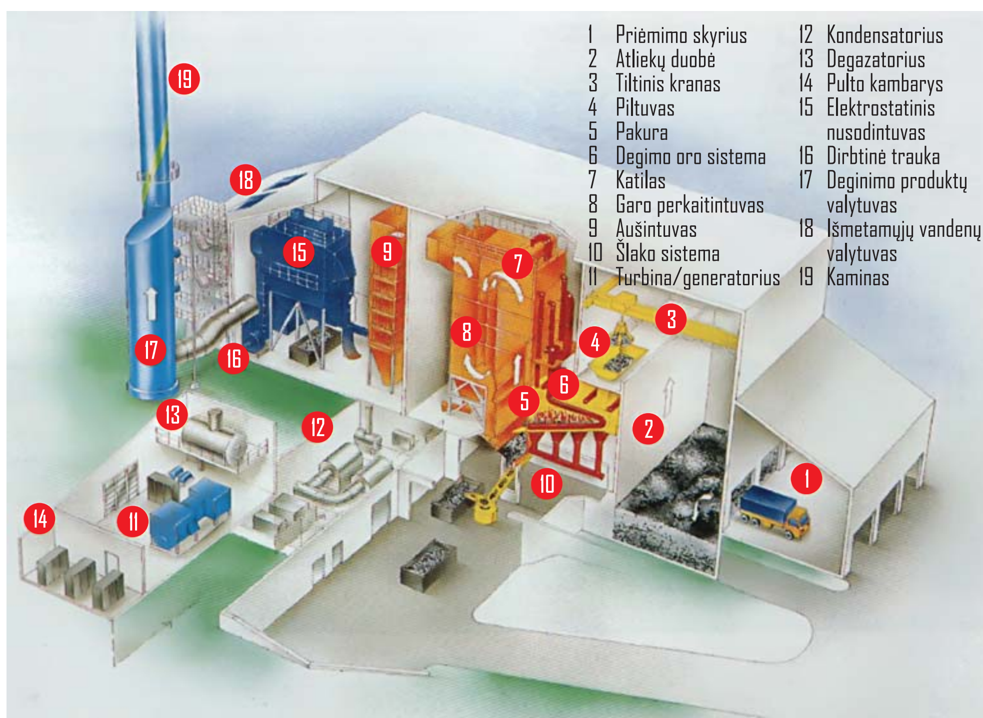


3.24 pav. Ligoninėje užterštos patalynės kenksmingumo šalinimo schema



Šaltinis: RUSHBROOK, P.; BRIAND, E. *Hazardous waste.* WHO Regional Office for Europe, 1998.

3.26 pav. Dažų pakuočių surinkimas – pradinis pavojingųjų atliekų tvarkymo etapas



Šaltinis: NAUKOHL, J.; KRISHANSEN, T. *Atliekų deginimas.* PSO Europos biuras, 1995.

3.27 pav. Tipinės atliekų deginimo įmonės schema

3.6. Technogeninio triukšmo šaltiniai, triukšmaligė ir jos prevencija

Tobulėjant technikai, gausėjant transporto srautų, augant ir plečiantis miestams, vis aktualesnė tampa aplinkos triukšmo problema. Triukšmas yra šalutinis techninės pažangos, technikos raidos, visuotinės darbų mechanizacijos ir transporto priemonių gausėjimo produktas. Dar XIX a. vokiečių mokslininkas mikrobiologas Robertas Kochas (*Koch*) pranašavo: „Kada nors žmonija bus priversta kovoti su triukšmu taip ryžtingai, kaip ir praėjusiame šimtmetyje ilgai kovojo ir įveikė cholerą ir marą“. Tas laikas, deja, jau atėjo, nes triukšmas laikomas vienu pavojingiausių ekologinės taršos veiksnių, kenkiančių daugelio gyventojų sveikatai. Nuolat kenčiantys intensyvaus triukšmo poveikį žmonės netenka klausos, tampa psichinės sveikatos centrų ir psichinių ligų ligoninių pacientais, dėl nepakenčiamo triukšmo 10–12 metų sutrumpėja jų gyvenimo trukmė.

Triukšmas – tai netvarkingas garsų derinys, susidedantis iš įvairaus dažnio ir stiprio tonų. Kietojo kūno, skysčio ar dujų mechaniniai virpesiai atsiranda veikiant išorinei jėgai. Triukšmo šaltiniu gali būti bet kuris kūnas, skleidžiantis garso bangas. Bangoms pereinant iš vienos aplinkos į kitą, įvyksta dalinis garso atspindys, turintis fiziologinę reikšmę. Atsispindėjusio garso pojūtis išlieka dešimtadalį sekundės. Jeigu atsispindėjęs garsas žmogaus ausį pasiekia anksčiau, nei pranyksta garso pojūtis, jis sustiprina tiesioginį garsą. Jeigu atsispindėjęs garsas vėluoja, girdimas aidas. **Garso stipris** gali būti išreiškiamas **garso energija** – $W \cdot cm^{-2}$ arba **garso bangos slėgio** parametru – $N \cdot m^{-2}$.

Tačiau garso slėgio parametro vertę išreiškiant niutonais į kvadratinį metrą, neįvertinamas žmogaus subjektyvus garso jutimas. Nustatyta, kad žmogaus subjektyvus garso jutimas neatitinka jo fizikinių parametrų. Kai garso slėgis didėja geometrine progresija, tai žmogaus klausos organai tokį stiprėjimą suvokia aritmetine progresija. Garso slėgiui padidėjus tūkstantį kartų, klausos organų juntamas garsas padidėja tik 3 kartus. Todėl garso slėgį įprasta išreikšti atsižvelgiant į jo jutimo slenkstį decibelais (dB). Logaritminė juntamų garsų stiprumo skalė suskirstyta į 13 belų, arba į 130 decibelų. Garso slėgio stiprio santykių logaritmas skaičiuojamas pagal tokią lygtį:

$$L = 20 \lg (P/P_0), \qquad (3.15)$$

čia: L – garso slėgis, dB; P – matuojamo garso slėgis, $N \cdot m^{-2}$; P_0 – garso slėgio jutimo slenkstis, kuris yra lygus $2 \cdot 10^{-5}$ $N \cdot m^{-2}$.

Garsai, kuriuos girdi žmogus, sudaryti iš paprastų virpesių, vadinamų švariais tonais. Tonas yra tam tikro virpėjimo dažnio garsas. Garso dažnis matuojamas hercais (Hz). Hercas – tai vienas virpesys per sekundę. Garsai, kurių dažnis yra nuo 16 iki 350 Hz, priskirti žemojo dažnio garsų ruožui. Vidutinio dažnio laikomi 350–800 Hz

garsai, aukštojo dažnio – 800–20 000 Hz garsai. Vertinant triukšmą galimo poveikio žmogaus sveikatai aspektu, taikomas integruotas triukšmą apibūdinantis parametras – A svertinis garso slėgio lygis, kurio vertė išreiškiama dBA. Integruotas rodiklis leidžia įvertinti žmogaus klausos organų skirtingo dažnio garsų jutimą. Garso slėgio skalė pateikiama 3.20 lentelėje.

3.20 lentelė. Įvairių triukšmo šaltinių garso slėgio parametrų vertės

Triukšmo šaltinis	Garso slėgis, dBA	Poveikis žmogaus klausai
Girdimumo riba	1	Vos girdimas
Žmogaus kvėpavimas, širdies plakimas	1–10	Nepatraukiantis dėmesio
Lapų šlamėjimas, nesmarkus lietus	10–20	Tylus
Šnabždesys 1 m atstumu	20–30	Ramus
Negarsi žmogaus kalba patalpoje	40	Naktį dirginantis
Triukšmo fonas gyvenamojoje teritorijoje	55	Naktį priimtinas
Įprasto garso žmogaus kalba	55–65	Trukdantis poveikis dirbant įtemptą protinį ir atsakingą darbą
Garsi žmogaus kalba, radijas, televizorius	65–70	Dirginantis poveikis
Muzika per garsiakalbį, automobilių srautas	80–90	Stiprus dirginantis poveikis
Audimo, metalų apdorojimo staklės, orlaiviai, motociklai	90–100	Stiprus, klausos organą varginantis, savijautos sutrikimą sukeliantis poveikis
Kompresoriai	100–110	Stiprus poveikis, galintis sukelti klausos ir kitų organų funkcijų sutrikimus
Pneumatiniai kūjai, poliakalė, roko muzika	120	Negrįžtamas klausos funkcijos sutrikimas
Sprogimas, reaktyvinis variklis, startuojanti kosminė raketa	125–140	Akustinė trauma, negrįžtamas klausos organo pažeidimas

Kaip matyti iš 3.20 lentelėje pateiktos garso slėgio parametro verčių skalės, tam tikros ūkinės veiklos sritys yra susijusios su intensyvaus triukšmo sklidimu į aplinką. Ypač dideliu garso slėgiu pasižymi įvairios paskirties signalizacijos įrenginiai (specialiosios paskirties automobilių, objektų apsaugos, avarijas skelbiančios sirenos), tranki muzika, kai kurie technologiniai įrenginiai, karinių mokymų metu arba eksploatuojant karjerus vykdomi sprogimai, kylantys ir tūpiantys lėktuvai. Lentelėje akcentuojamas skirtingo garso slėgio poveikis žmogaus klausos funkcijai, tačiau jo įtaka apima daugelį kitų organizmo organų. Triukšmas turi būti vertinamas kaip daugiausiai paplitęs fizinis gyvenamosios ir darbo aplinkos teršalas.

Garso suminė energija, veikianti žmogaus organizmą tam tikrą laiką, traktuojama kaip garso dozė, kuri apskaičiuojama pagal (3.16) lygtį ir išreiškiama paskaliais kvadratu, padauginus iš sekundžių [185]:

$$D_{A,\,dt} = \int P_A(t) \cdot dt, \tag{3.16}$$

čia: $P_A(t)$ – momentinis garso signalo garso slėgis, koreguotas pagal A dažninę charakteristiką, integruotas per laiko tarpą dt, prasidedantį laiku t_1, pasibaigiantį laiku t_2 ir matuojamą sekundėmis.

Tarp ekvivalentinio garso lygio ir triukšmo dozės verčių yra tiesioginė priklausomybė, pavaizduota 3.21 lentelėje.

3.21 lentelė. Santykis tarp ekvivalentinio garso slėgio dydžio (decibelais) ir triukšmo dozės padidėjimo (kartais) [185]

Padidėjimas, dBA	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	15	20
Padidėjimas, kartais	1	1,3	1,6	2	2,5	3,2	4	5	6,3	8	10	32	100

Iš 3.21 lentelėje pateiktų duomenų matyti, kad ekvivalentiniam garso slėgio dydžiui padidėjus 3 decibelais, garso dozė padidėja dvigubai. Taigi, kai žmogų 8 val. veikia 85 dBA ekvivalentinis triukšmas, jis prilyginamas 4 val. trukmės 88 dBA triukšmo poveikiui.

Vidutinę paros triukšmo dozę galima apskaičiuoti visų paros laikotarpių metu patirto triukšmo dozių sumą padalijus iš trijų. Šiam tikslui naudojami visų triukšmo šaltinių keliamo ekvivalentinio triukšmo matavimo duomenys. Tuo būdu įvertinamas triukšmo, veikiančio žmogų darbo, poilsio ir miego valandomis, bendras poveikis [186].

Pagal **antropogeninius šaltinius** triukšmas skirstomas į transporto, gamybinį, statybos ir griovimo mašinų bei mechanizmų, žemės ūkio technikos, paslaugų ir pramogų įmonių, inžinerinių įrenginių, buityje naudojamų prietaisų sukeliamą triukšmą. Triukšmą taip pat skleidžia energetikos, gamtos išteklių gavybos, logistikos įmonės.

Pagal garso virpesius sukeliančius kūnus technogeninis triukšmas skirstomas į mechaninį, hidrodinaminį ir aerodinaminį, pagal šaltinio vietą – į darbo, kaimo vietovių, urbanizuotos, gyvenamosios aplinkos. Taip pat triukšmas skirstomas į išorinį pastatų atžvilgiu bei sklindantį iš šaltinų, esančių pastatų viduje.

Šaltinio skleidžiamas triukšmo aplinkos ore sklidimas apskaičiuojamas pagal šią lygtį:

$$L_n = L_1 - A_1 - A_2 - A_3 - A_4 - A_5 - A_n, \tag{3.17}$$

čia: L_n – garso slėgis atstumu n nuo triukšmo šaltinio, dBA; L_1 – garso slėgis, kurį skleidžia triukšmo šaltinis, dBA; A_1 – garso slėgio sumažėjimas garso bangoms nekliudomai sklindant atmosferoje, dBA; A_2 – garso slėgio sumažėjimas dėl oro absorbcijos, dBA; A_3 – garso slėgio sumažėjimas dėl žemės paviršiaus absorbcijos, dBA; A_4 – garso slėgio sumažėjimas dėl gamtinių kliūčių (medžių juostų, žemės paviršiaus nelygumų), dBA; A_5 – garso slėgio sumažėjimas dėl dirbtinų kliūčių (garsą absorbuojančių statinių), dBA.

Taškinio triukšmo šaltinio keliamas triukšmo, laisvai sklindančio ore, garso slėgio sumažėjimas apskaičiuojamas taip:

$$L_n = L_1 - 20 \lg r_n/r_1, \tag{3.18}$$

čia: L_n – garso slėgis atstumu r_n nuo triukšmo šaltinio, dBA; L_1 – garso slėgis atstumu r_1 nuo triukšmo šaltinio, dBA.

Apskaičiuojant garso slėgio sumažėjimą pagal (3.18) lygtį, konstatuojama, kad garso slėgio lygis per dvigubą atstumą nuo triukšmo šaltinio sumažėja 6 decibelais.

Nustatyta, kad aplinkos oras geriau absorbuoja triukšmą, kai jo santykinis drėgnis yra 20–30 %. Sklindančio oru triukšmo mažėjimui taip pat turi įtakos vėjo greitis ir oro masių judėjimo kryptis. Geresnei triukšmo absorbcijai turi įtakos žemės paviršius. Jo absorbcija geresnė sklindant virš aparto, žalumynais apsodinto arba dirvonuojančio žemės paviršiaus. Sklindantis per kelių eilių medžių juostas triukšmas sumažėja 5–8 dBA.

Triukšmo poveikis žmogaus organizmui

Garsai iš oro patenka į išorinę ausį, o paskui pro išorinę klausos landą pasiekia būgnelį. Ausies būgnelis yra jautriausias 800 Hz dažnio virpesiams. Garso virpesiams einant pro būgnelį, dalis garsinės energijos sugeriama, todėl virpesių amplitudė sumažėja. Garso virpesiai patenka ne tik oru pro išorinę ausies landą, bet ir pro kaukolės kaulinį audinį. Tačiau garso, patekusio tokiu keliu, poveikis daug kartų mažesnis nei garsinių virpesių, patekusių pro orą, poveikis.

Garso jutimo organai – tai vidinėje ausyje esantis Kortijaus organas, atliekantis periferinio garsų jutimo receptoriaus funkciją. Kortijaus organe pakinta garso pobūdis, čia jis iš virpesių transformuojasi į nervų impulsus. Kortijaus organo plėvelėje yra skirtingo ilgio klausos stygų. Jų būna iki 20 tūkstančių, t. y. maždaug tiek, kiek žmogus gali girdėti skirtingo dažnio garsų. Iš vidinės ausies girdimas garsas nervų kanalais pasiekia galvos smegenų klausos centrą.

Pirmiausia nuo triukšmo poveikio nukenčia klausos organas. **Triukšmo poveikis klausos funkcijai** priklauso nuo garso slėgio stiprio, virpesių dažnio, poveikio trukmės, aplinkos sąlygų, veikiamo žmogaus amžiaus, nervų sistemos funkcinės būsenos, individualaus jautrumo triukšmui. Intensyvus, viršijantis 80 dBA triukšmas, veikdamas darbuotoją visą darbo dieną, pažeidžia klausos organo funkciją, kuri per poilsiui tarp darbo valandų skirtą laiką atkuriamas. 80–90 dBA garso slėgio poveikis per 8 val. garsinį jautrumą sumažina 4–7 decibelais, o 100–110 dBA triukšmas – 12–15 decibelų. Tačiau tokio ir didesnio garso slėgio pasikartojantis poveikis per keletą ar keliasdešimt metų sukelia klausos pablogėjimą ir net visišką kurtumą. Klausos funkcijai kenksmingiausias yra aukštojo dažnio garsas. Nustatyta, kad mažiausias garso slėgis, kuriam veikiant pasireiškia varginantis triukšmo poveikis klausos organui, priklauso nuo garso virpesių dažnio. 2 000–4 000 Hz dažnio garsų klausos organui kenkiantis poveikis konstatuojamas, kai garso slėgis siekia 80 dBA, o 5 000–6 000 Hz dažnio garso virpesiai kenkia klausai, kai garso slėgis siekia vos 60 dBA. Ypač kenksmingu poveikiu pasižymi impulsinis, netrūkstamas ir toninis triukšmas.

Silpnėjant klausai pirmiausia sutrinka 4 000 Hz dažnio garsų suvokimas, vėliau ima blogėti 2 000 Hz dažnio ir kitų dažnių garsų jutimas. Pagrindiniai besivystančio kurtumo požymiai yra sumažėjęs klausos jautrumas šnabždesiui, žymus orinio ir kaulinio laidumo pablogėjimas. Įvyksta ausies būgnelio patologinių pokyčių, jis netenka elastingumo, atsiranda pažeidimų klausos nervų galūnėlėse.

Kai garso slėgis siekia 125–130 dBA, jis sukelia akustinę traumą, kurios metu, trūkus ausies būgneliui, sukeliami mechaniniai vidinės ausies pažeidimai. Nukentėjęs žmogus staigiai apkursta, jaučia stiprų ausų ir galvos skausmą, gali netekti sąmonės.

Triukšmo poveikis organizmui neapsiriboja žalojančiu klausos organų poveikiu. Triukšmas pakenkia daugeliui žmogaus organų ir sistemų, visų pirma **centrinei ner-**

vų sistemai. Triukšmas žmones veikia kaip stiprus stresorius. Jo veikiami, žmonės skundžiasi nuovargiu, sutrikusiu miegu, dirglumu, kartais apatija, vangumu, sumažėjusiu darbingumu, padidėja arterinės hipertenzijos rizika. Kauno mieste atliktų tyrimų duomenimis, vyrai, kurie gyveno triukšmingoje miesto teritorijoje, turėjo apie 13 % didesnę arterinės hipertenzijos tikimybę nei vyrai, įvertinę savo gyvenamąją vietovę kaip netriukšmingą. Kai ištirtos grupės vyrai triukšmo poveikį patirdavo darbe ir buityje, arterinės hipertenzijos rizika padidėjo iki 21 %. Su triukšmo poveikiu taip pat siejama išeminės širdies ligos, miokardo infarkto didėjanti rizika [146].

Triukšmas neigiamai veikia jutimo organų funkciją – sumažėja akių jautrumas oranžinės ir raudonos spalvos spektro spinduliams. Veikiant triukšmui sutrinka **virškinimo organų** funkcija – mažėja skrandžio sulčių sekrecija, mažėja jų rūgštingumas, sulėtėja maisto virškinimas skrandyje, atsiranda gleivinės uždegimo reiškinių, padidėja opaligės atsiradimo rizika. Triukšmo poveikis sutrikdo **vidaus sekrecijos** – skydliaukės, antinksčių, hipofizio (posmegeninės vidaus sekrecijos liaukos) veiklą.

Dėl žalingo triukšmo poveikio žmogaus organizme atsiradusių skirtingų organų ir sistemų funkcijų sutrikimų visuma vadinama triukšmaligė. Triukšmalige dažniausiai serga darbuotojai, daugelį metų patiriantys ekspoziciją garso slėgiu, viršijančiu nustatytą ribinį dydį. Tai tekstilės, medienos, metalų apdorojimo, žemės ūkio, statybos produktų gamybos įmonių, transporto darbuotojai (audėjos, metalo štampuotojai, medienos apdorojimo staklininkai, traktorininkai ir kt.). Tačiau vis dažniau triukšmaligės požymiai konstatuojami gyventojams, gyvenantiems šalia tarptautinių oro uostų, geležinkelių, judrių automagistralių, greitojo eismo miestų gatvių, stambių prekybos ir pramogų centrų.

Vis didėjantis triukšmaligės paplitimas reikalauja veiksmingų triukšmo prevencijos ir kontrolės kompleksinių priemonių, kurių turi imtis tiek išsivysčiusių šalių valdžios, tiek savivaldos institucijos, ūkinės veiklos subjektai ir organizuota visuomenė.

Priemonės kovai su triukšmu ir jo poveikiui mažinti skirstomos į:

- triukšmo **valdymo ir norminimo priemones** (politikos formavimas ir įgyvendinimas, triukšmo parametrų ribinių verčių nustatymas, ūkinės veiklos, susijusios su intensyviu triukšmu, ribojimas);
- **teritorijų planavimo sprendinius**, užtikrinančius jautrių teritorijų apsaugą nuo triukšmo, aplinkkelių projektavimą ir statybą;
- **technines ir technologines priemones** (mažesnį triukšmą skleidžiančių orlaivių, technologinių įrenginių, mašinų, buitinių prietaisų konstravimas ir gamyba);
- statinių **architektūros ir konstrukcijų sprendinius** (pastatų atitvarų ir pertvarų tinkamos akustinės varžos užtikrinimas, garso izoliacijos taikymas projektuojant ir įrengiant pastatų inžinerines sistemas);
- triukšmą **absorbuojančių konstrukcijų taikymą** (triukšmą absorbuojančios sienutės, apsauginiai ekranai);

- **organizacinės ir viešojo administravimo priemones** (lėktuvų skrydžių maršrutų, jų paros grafiko reguliavimas, lėktuvų sertifikavimas atsižvelgiant į jų skleidžiamą triukšmą, automobilių eismo maršrutų reguliavimas, automobilių įvažiavimo į miestų senamiesčius ribojimas, transporto srautų reguliavimas, jų suskirstymas į lengvojo ir sunkiojo autotransporto srautus, automobilių techninė priežiūra, kelių dangų techninės būklės kontrolė, ūkio subjektų, skleidžiančių viršijantį ribines vertes triukšmą, veiklos ribojimas);
- garso slėgio matavimą, **teritorijų kartografavimą**, strateginių **triukšmo žemėlapių** rengimą;
- **profesinės rizikos** dėl triukšmo poveikio mažinimą;
- **visuomenės informavimą,** mokymą, jos dalyvavimą sprendžiant problemas, susijusias su triukšmo valdymu ir jo neigiamo poveikio prevencija;
- triukšmaligės **medicinines profilaktikos priemones** (profilaktiniai darbuotojų sveikatos tikrinimai, medicininė ir socialinė reabilitacija);
- **asmeninės apsaugos** nuo triukšmo **priemonių** konstravimą, diegimą ir jų efektyvumo tyrimą.

Automobilių transporto skleidžiamo triukšmo mažinimo priemonės, apželdinant kelio apsaugos zoną, įrengiant garsą absorbuojančius ekranus, įgilinant kelio važiuojamąją dalį arba pastatant estakadą, pavaizduotos 3.15 pav.

Triukšmą absorbuojančios atitvaros tarp dviejų patalpų reikiamos izoliacinės savybės apskaičiuojamos pagal tokią lygtį:

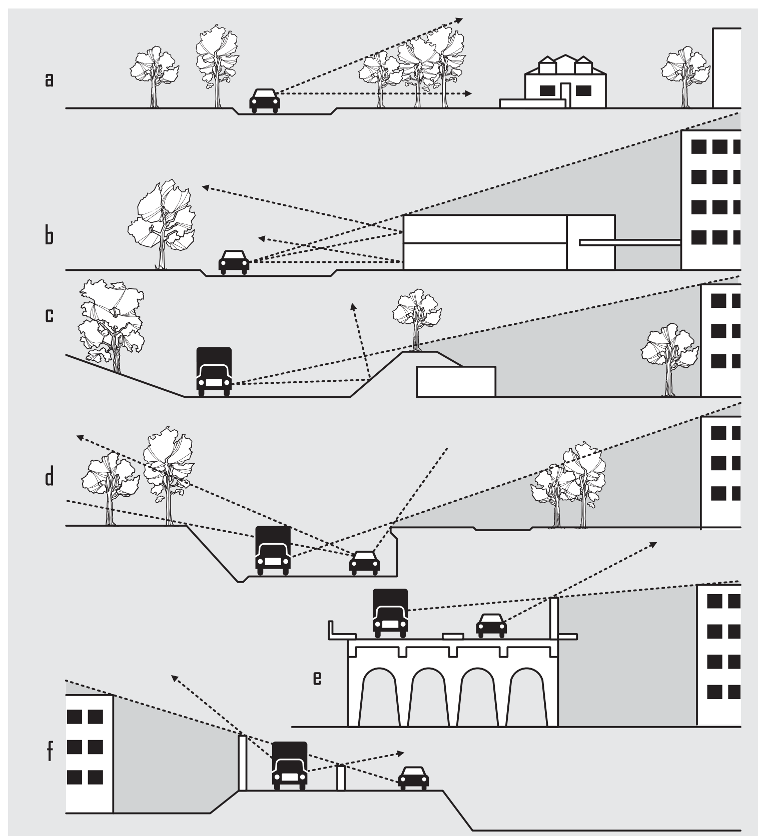
$$R = L_t - 10 \lg B + 10 \lg S - L_e + 10 \lg N, \tag{3.19}$$

čia: R – atitvaros garso izoliacijos parametras tam tikroje dažnio juostoje; L_t – oktavinis garso slėgis patalpoje, kurioje yra triukšmo šaltinis; B – gretimos patalpos parametras, priklausantis nuo patalpos ploto, joje ribojamo garso slėgio dydžio, patalpoje nuolat būnančių žmonių skaičiaus, joje esančių įrenginių ir kt.; S – patalpas skiriančios atitvaros arba angos, per kurią sklinda triukšmas, plotas; L_e – leidžiamo garso slėgio lygis; N – triukšmo šaltinių skaičius.

Pastačius konstrukciją iš 15 cm storio akytojo betono plokštės, 28 cm storio skylėtųjų plytų, 23 cm betono blokų, triukšmo lygis skirtinguose bangų dažnio ruožuose sumažėja 30–60 dB, vidutiniškai 55 dB. Iš 3.16 pav. matyti, kad atitvarų konstrukcijų akustinė varža priklauso nuo oro sluoksnio storio ir absorbcinės medžiagos.

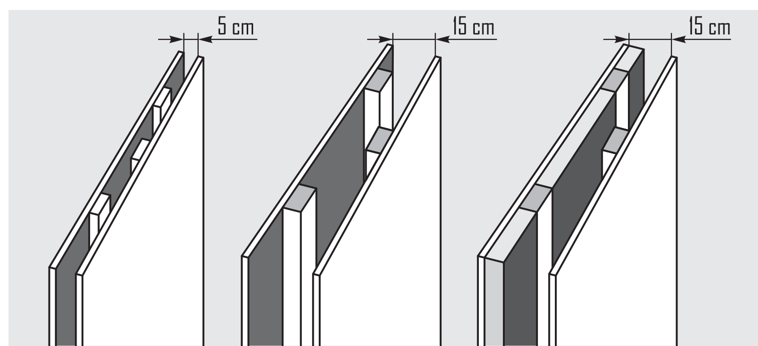
3.16 ir 3.17 pav. pateikti atitvarų tarp gretimų patalpų garso izoliacijos pagerinimo techninių sprendinių pavyzdžiai. 3.17 pav. pateikti statinio atitvarų skirtingų konstrukcijų pavyzdžiai, kurias pastačius, sulaukiama vienodų garso varžos parametrų.

Siekiant valdyti su ūkine ir kitokia žmogaus veikla susijusį antropogeninį triukšmą, į Lietuvos teisyną perkelti Europos Parlamento ir Tarybos direktyvos 2000/14/EB dėl valstybių narių įstatymų, susijusių su lauko sąlygomis naudojamos įrangos į aplin-



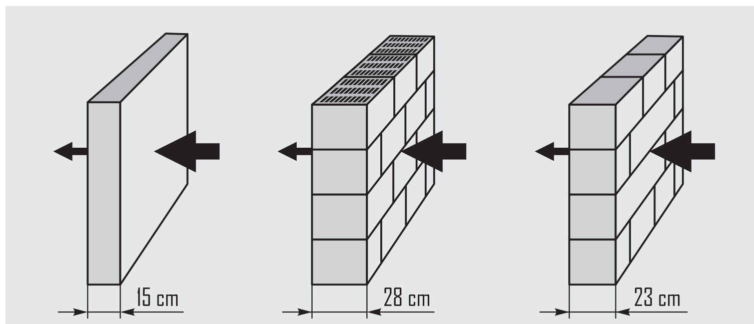
Šaltinis: DRINGELIS, L. *Miestų želdynų sistemos formavimas ir gamtinis karkasas*, Urbanistika ir architektūra, 1997, Nr. 2/24, p. 25–31.

3.15 pav. Triukšmo slopinimo ekranai: a – apsauginė želdinių (medžių ir krūmų) juosta; b – specialūs pastatai, kuriais žmonės naudojasi atsitiktinai; c, d – specialiai suformuotas reljefas; e, f – specialūs statiniai: akustinės sienos, ekranai



Šaltinis: *Noise Control. News International,* 1999, Vol 7, No 2, p. 97–100.

3.16 pav. Garsą absorbuojanti medžiaga atitvarų konstrukcijose



Šaltinis: *Noise Control. News International,* Vol 7, No 2, 1999, p. 97–100.
3.17 pav. Atitvarų akustinė varža, atsižvelgiant į jų konstrukciją

ką skleidžiamu triukšmu, derinimo ir Europos Parlamento ir Komisijos direktyvos 2002/49/EB dėl aplinkos triukšmo įvertinimo ir valdymo reikalavimai. Direktyvų nuostatos įgyvendinamos Lietuvos Respublikos Seimui priėmus **Triukšmo valdymo įstatymą**. Įstatyme įteisinta akustinio planavimo sąvoka, apimanti triukšmo valdymą diegiant žemėnaudos planavimą, transporto sistemų projektavimą, triukšmo mažinimo priemonių numatymą ribojant triukšmą jo šaltiniuose. Įstatyme suformuluotos keturios triukšmo dirginimo rodiklių sąvokos:

L_{dienos} (dienos, nuo 6 iki18 val., triukšmo rodiklis) – dienos laikotarpiu triukšmo poveikio sukelto dirginimo rodiklis;

L_{vakaro} (vakaro, nuo 18 iki 22 val., triukšmo rodiklis) – vakaro laikotarpiu triukšmo poveikio sukelto dirginimo rodiklis;

$L_{nakties}$ (nakties, nuo 22 iki 6 val., triukšmo rodiklis) – nakties laikotarpiu triukšmo poveikio sukelto dirginimo rodiklis;

L_{dvn} (dienos, vakaro ir nakties triukšmo rodiklis) – triukšmo poveikio sukelto apibendrinto dirginimo rodiklis.

Įstatyme apibrėžtos naujos, susijusios su triukšmo valdymu sąvokos: „strateginis triukšmo žemėlapis“, „triukšmo kartografavimas“, „triukšmo šaltinio valdytojas“, „tylioji aglomeracijos zona“, „tylioji gamtos zona“ bei „tylioji viešoji zona“. Išvardyti pagrindiniai triukšmo valdymo principai ir priemonės, nustatyta valstybės valdymo ir savivaldos institucijų, tarp jų – Vyriausybės, Aplinkos, Sveikatos apsaugos, Susisiekimo, Vidaus reikalų, Žemės ūkio ministerijų, apskričių viršininkų, savivaldybių institucijų kompetencija triukšmo valdymo srityje. Pagal įstatymo nuostatas triukšmo prevencijos plėtros klausimams nagrinėti ir pasiūlymams valstybės institucijoms teikti Vyriausybės nutarimu steigiama Valstybinė triukšmo prevencijos taryba. Taryba vertina, kaip įgyvendinamos Valstybinė triukšmo strateginio kartografavimo programa ir Valstybinė triukšmo prevencijos veiksmų programa, taip pat rengia ir kasmet teikia Vyriausybei pranešimus apie gyventojų apsaugos nuo triukšmo būklę. Įstatymas taip pat nustato triukšmo šaltinių valdytojų pareigas ir teises.

Pagal įstatymo reikalavimus Lietuvoje turi būti sudaromi strateginiai triukšmo žemėlapiai, apimantys visas šalies teritorijoje esančias aglomeracijas (teritorijas, kuriose gyvena daugiau kaip 100 tūkstančių žmonių ir gyventojų tankumas atitinka urbanizuotų teritorijų gyventojų tankumą), pagrindinius automobilių kelius, geležinkelius, stambius oro uostus, pagrindines miestų gatves. Strateginio triukšmo kartografavimo žemėlapiuose pateikiamos esamos arba prognozuojamos triukšmo parametrų vertės, jos palyginamos su triukšmo ribinėmis vertėmis, duomenys, susiję su prognozuojamomis triukšmo parametrų vertėmis jautriose (vaikų ugdymo, sveikatos priežiūros įstaigų, būsto) teritorijose. Turi būti nurodytas triukšmo veikiamoje zonoje gyvenančių ir dirbančių žmonių skaičius.

Įstatyme įteisintos triukšmo kontrolės priemonės aglomeracijose ir zonose, kur triukšmas viršija ar gali viršyti ribines parametrų vertes, veiklos ribojimo priemonės tyliosiose viešosiose ir tyliosiose gamtos zonose, nustatytos orlaivių keliamo triukšmo prevencijos priemonės. Pagal įstatymo reikalavimus triukšmo stebėsena (monitoringas) turi apimti informaciją, susijusią su triukšmo paplitimu, jo veikiamų žmonių skaičiumi, poveikiu visuomenės sveikatai bei nekilnojamojo turto vertei, taip pat investicijų į triukšmo mažinimą dydžiu.

Pagal galiojančių teisės aktų reikalavimus akustinis triukšmas griežčiausiai ribojamas asmens sveikatos priežiūros įstaigose, ikimokyklinėse vaikų ugdymo įstaigose. Ligonių palatose, gyvenamųjų namų butų miegamuosiuose kambariuose, ikimokyklinėse vaikų ugdymo įstaigose ekvivalentinis garso lygis ramybės metu neturi būti didesnis kaip 35 dBA, auditorijose, bibliotekų skaityklose – ne didesnis kaip 65 dBA. Kavinėse, restoranų salėse garso lygio nustatyta ribinė vertė, grojant muzikos ansambliams – 80 dBA. Darbo vietose prie vaizdo terminalų leidžiamas ne didesnis kaip nustatytas teisės aktuose garso lygis [77, 187].

Siekiant sumažinti išorinio triukšmo patekimą į gyvenamuosius namus, taip pat pagerinti pastatų vidaus atitvarų akustinę varžą, reikalaujama, kad statinys būtų suprojektuotas ir pastatytas taip, kad jo viduje ir šalia esančių žmonių garso slėgio lygis nekenktų jų sveikatai ir atitiktų jų darbo ir poilsio akustinę aplinką reglamentuojančių teisės aktų reikalavimus. Turi būti užtikrinama apsauga nuo triukšmo statinių išorėje ir gretimose patalpose, oru skleidžiamo triukšmo, taip pat nuo per statinio konstrukcijų patalpas pasiekiančio smūginio triukšmo. Skirtingos paskirties pastatų patalpos suklasifikuotos pagal akustinio komforto sąlygas. Nustatyti reikalavimai pastatų atitvarų garsą absorbuojančioms savybėms.

3.7. Atliekų keliama rizika aplinkai ir sveikatai, jų saugaus tvarkymo strategija ir taktika

Atliekų susidarymas, jų galimas neigiamas poveikis aplinkai ir žmonių sveikatai – viena aktualiausių ekonomiškai išsivysčiusių šalių aplinkos apsaugos problemų. Nuolatinį atliekų kiekių didėjimą lemia vartotojiškas gyvenimo būdas, didėjanti gyventojų perkamoji galia, prekių (tarp jų – vienkartinio naudojimo) įvairovė ir gausa, lanksti kainų politika, prekių reklama, padidėjusi gyventojų migracija. Atliekų kiekį taip pat gausina pramonės plėtra, nuolat didėjantis autotransporto priemonių skaičius. Ekonomiškai išsivysčiusiose šalyse vienas gyventojas vidutiniškai išmeta per dieną iki 1,5–1,9 kg atliekų.

Atliekos klasifikuojamos pagal tokius požymius:

atsiradimo šaltinį (gavybos, apdirbamoji, energetikos pramonė, žemės ūkis, transporto priemonės ir infrastruktūros įmonės, statybvietės, paslaugų, prekybos, komunalinio ūkio, atliekų šalinimo įmonės, asmens sveikatos priežiūros, vaikų mokymo ir mokslo įstaigos, karo poligonai, individualių namų valdos, daugiabučiai gyvenamieji namai ir kt.);

kategorijas (gamybos ar vartojimo liekanos, produktai, neatitinkantys gaminio charakteristikos, produktai, kurių pasibaigęs vartojimo laikas, medžiagos, užterštos vykdant planuotą ūkinę veiklą, medžiagos su priemaišomis, teršalų valymo liekanos, pramoninių procesų liekanos, nenaudojamos dalys ir kt.);

prigimtį ir matmenis (mineralinės, organinės, tarp jų – augalinės (žaliosios), gyvūninės kilmės, sintetinių medžiagų, tarp jų – plastikų, didžiosios atliekos);

fizikines ir chemines savybes (skystosios, dujinės, kietosios atliekos, tankis, pH, tirpumas vandenyje ir riebaluose, pliūpsnio ir užsiliepsnojimo temperatūra, garų slėgis, klampis, nemalonus kvapas ir kt.);

pavojingumą aplinkai (judrumas, skvarbumas, reaktingumas, pasklidimas, išlikimas, skaidymasis aplinkoje, biokumuliacija, biokoncentracija, translokacija, ekotoksiškumas vandens ir kitiems organizmams);

pavojingumą žmonių sveikatai (toksiškumas, degumas, sprogstamumas, dirginantis, jautrinantis poveikis);

naudojimo būdą (regeneracija, naudojimas kurui, perdirbimas arba kartotinis naudojimas);

šalinimo būdą (patalpinimas specialiai įrengtame sąvartyne, apdorojimas žemėje, giluminis įpurškimas, išmetimas į vandens telkinius, deginimas, nuolatinis saugojimas, fizikinis cheminis apdorojimas ir kt.).

Kai kurios pavojingosios atliekos susidaro **daugelyje šaltinių**. Praėjusiame šimtmetyje dėl neabejotinų higieninių privalumų visuotinai paplito dienos šviesos (iškrovos, liuminescencinės) lempos. Jos naudojamos pramonės, komercinėms įmonėms ir gyvenamosioms patalpoms dirbtinai apšviesti. Iškrovos lempose yra aplinkai ir žmo-

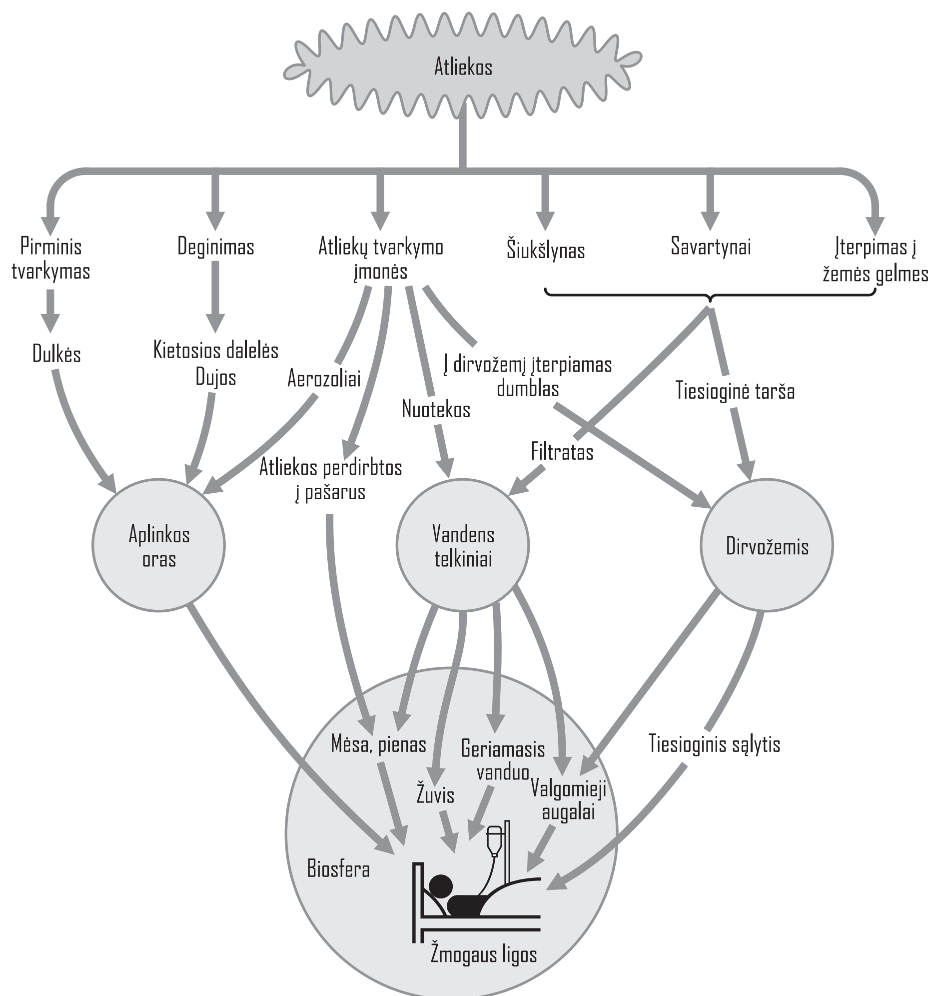
nių sveikatai pavojingų komponentų – gyvsidabrio, bario, stroncio, liuminescencinėje substancijoje yra žemių retųjų elementų – itrio, europio, cerio. Todėl perdegusios liuminescencinės lempos laikomos pavojingąja atlieka. Jonizuojančiąją spinduliuotę skleidžiančios atliekos susidaro atominėse elektrinėse, įmonėse, naudojančiose izotopus, onkologijos sveikatos priežiūros įstaigų radiologijos padaliniuose. Skirtingų ekonominių sričių ūkinė veikla yra susijusi su dirvožemio teršimu nafta ir jos produktais.

Pavojingosios atliekos pagal pavojingumo pobūdį skirstomos į tokias grupes:

- **sprogstamosios** (galinčios nuo liepsnos sprogti ir jautrios smūgiui), oksiduojamosios (sukeliančios egzoterminę reakciją nuo sąlyčio su kitomis medžiagomis);
- **labai degios** (pliūpsnio temperatūra < 21 °C ir kt.), **degios** (pliūpsnio temperatūra > 21 °C, ≥ 55 °C);
- **dirginančios** (sukeliančios odos ir (arba) gleivinių uždegimą);
- **kenksmingosios** (galinčios pakenkti sveikatai įkvėpus, prarijus arba prasiskverbus per odą);
- **toksiškos** (galinčios sukelti sunkią ūmią arba lietinę ligą ar net mirtį įkvėpus, prarijus arba prasiskverbus pro odą), tarp jų: kancerogeninės (galinčios sukelti vėžį), teratogeninės (galinčios sukelti įgimtus nepaveldimus išsigimimus), mutageninės (galinčios sukelti genetinius išsigimimus arba padidinti jų tikimybę);
- **ėdžios** (medžiagos ir preparatai, prie kurių prisilietus gali būti sunaikinti gyvieji audiniai);
- **skleidžiančios jonizuojančiąją spinduliuotę** (radioaktyvios);
- **infekuotos** (turinčios gyvybinių mikroorganizmų arba jų toksinų, kurie sukelia žmonių ar kitų gyvųjų organizmų užkrečiamąsias ligas).

Pavojų aplinkai ir žmonių sveikatai kelia visi darbai, susiję su atliekų tvarkymu – atliekų identifikavimas, surinkimas jų susidarymo vietoje, pakavimas, ženklinimas, laikinas saugojimas, perpakavimas, vežimas, naudojimas, šalinimas. Ypač didelę žalą aplinkai kelia nekontroliuojamas pavojingųjų atliekų išmetimas arba saugojimas cheminei taršai jautriose vietose pažeidžiant paviršinį dirvožemio sluoksnį (3.18, 3.19 pav. spalvotoje įklijoje). Teršalai, susiję su atliekų tvarkymu, ir jų patekimo būdai į aplinkos geosferas ir į gyvuosius organizmus pavaizduoti 3.20 pav.

Atliekų pavojus aplinkai yra susijęs su atmosferos, paviršinių, požeminių vandens telkinių, dirvožemio teršimu kenksmingosiomis cheminėmis medžiagomis, dulkėmis, užkrečiamąsias ligas sukeliančiais mikroorganizmais. Netvarkingai laikomos atliekos sudarko kraštovaizdį, pūdamos skleidžia nemalonius kvapus. Iš sąvartynų į aplinkos orą išsiskiriančios metano dujos ir anglies dvideginis daro įtaką klimato kaitai. Dėl atliekų (pesticidų, automobilių padangų) laikymo vietose pasitaikančių gaisrų aplinkos oras, gaisraviečių dirvožemis bei gruntiniai vandenys teršiami atliekų degimo produktais – dujomis, aerozoliais, suodžiais. Nenaudotinų pesticidų sandėlių,



3.20 pav. Atliekų poveikis žmonių sveikatai

gaisraviečių, kapinynų teritorijų dirvožemis užterštas chloro organiniais (DDT, heksachlorcikloheksano (HCH) izomerais, heksachlorbenzenu (HCB), kvintozenu), triazinais (atrazinu, simazinu, propazinu, prometrinu, terbutilazinu ir kt.), fosforo organiniais junginiais (karbofosu, diazinonu, fenitrotionu ir kt.). Fosforo organinių pesticidų junginiais koncentracijos užterštų teritorijų dirvožemio mėginiuose siekė 1,6–3,9 mg/kg, požeminio vandens mėginiuose – 17,8 µg/*l*, paviršinio vandens mėginiuose – 221 µg/*l*, paviršinio vandens dugno nuosėdų mėginiuose – 0,2–0,3 µg/*l* [114]. Degant netinkamoms naudoti automobilių padangoms aplinka teršiama suodžiais, policikliniais angliavandeniliais, padangose esančiais sunkiaisiais metalais. S. Vasarevičius ir kt. ištyrė sunkiųjų metalų koncentracijas Šiaulių Kairių buitinių atliekų sąvartyno

filtrate bei jų sklaidą, atsižvelgę į grunto savybes. Kobalto koncentracija filtrato mėginyje sudarė 0,13 mg/*l*, mangano – 0,12 mg/*l*, chromo – 0,29 mg/*l*, nikelio – 0,39 mg/*l*. Konstatuota, kad išvardytų sunkiųjų metalų koncentracijų vertės Kairių sąvartyno filtrate neatitinka sąvartynų eksploatacijos ekologinių reikalavimų, susijusių su filtrato užterštumu. Atlikus sąvartyno filtrate esančių sunkiųjų metalų sklaidos eksperimentą ir modeliavimą, nustatyta, kad mažiausiu laidumu filtratui pasižymi dulkingas smėlingasis gruntas [188]. Pavojingosios atliekos ar jų skilimo produktai gali nepalankiai veikti vandens, dirvožemio organizmus, paukščius, kitus gyvūnus ir žmones.

Pagrindinės žmonių rizikos grupės, susijusios su pavojingųjų atliekų tiesioginio poveikio rizika sveikatai, yra pavojingųjų atliekų įmonių, kuriose gaminamos atliekos, atliekų tvarkymo įmonių darbuotojai bei darbuotojai, šalinantys su pavojingosiomis atliekomis susijusių avarijų padarinius, asmens sveikatos priežiūros įstaigų medicinos darbuotojai, gyventojai, kurie sukaupia pavojingąsias atliekas, asocialūs asmenys, prieinantys prie atliekų laikino saugojimo vietų arba sąvartynų, taip pat gretimų teritorijų gyventojai.

Pavojingosios atliekos gali veikti sveikatą susilietusios su oda, patekusios į akis, įkvėpus lakiųjų atliekų dujų, skystųjų atliekų garų, aerozolio, kietųjų atliekų dulkių, deginamų atliekų dūmų, apsinuodijus pro burną, arba netiesiogiai – atliekoms arba jų skilimo produktams į žmogaus organizmą patekus su užterštu maistu, geriamuoju vandeniu, per užkrečiamųjų ligų sukėlėjų tarpinius šeimininkus (užkrato nešiotojus).

Pavojingųjų atliekų sukeliami sveikatos sutrikimai yra tokie:

- **cheminiai nudegimai** dėl sąlyčio su ėsdinančiomis (ardančiomis) atliekomis;
- **terminiai nudegimai**, atliekoms užsidegus dėl tiesioginio karščio arba „ugnies kamuolio“ poveikio;
- **mechaninės traumos** dėl perteklinio slėgio atliekoms sprogus, įsipjovus aštriųjų atliekų daiktais;
- **ūminiai ir lėtiniai apsinuodijimai**, negrįžtami sveikatos sutrikimai, reprodukcijos funkcijos sutrikimai, apsigimimai, alerginiai susirgimai;
- **užkrečiamosios ligos**.

Statistikos duomenimis, Lietuvoje per metus susidaro daugiau kaip šimtas trisdešimt tūkstančių tonų pavojingųjų atliekų. Daugiausia pavojingųjų atliekų susidaro Šiaulių ir Klaipėdos apskričių įmonėse – apie 74 % visų šalyje susidarančių pavojingųjų atliekų, o Kauno apskrities įmonėse – apie 11 %, Vilniaus apskrities įmonėse – mažiau kaip 10 % visose šalies įmonėse susidarančių pavojingųjų atliekų. Į bendrąją pavojingųjų atliekų statistiką dėl jų specifinio tvarkymo neįtraukiamos radioaktyviosios atliekos.

Apie du trečdaliai visų pavojingųjų atliekų yra degintinos atliekos. Pagrindinės pavojingosios degintinos atliekos – tai naftos ir jos perdirbimo produktų atliekos, nafta ir jos produktais užterštas gruntas, naftos produktų ir vandens mišiniai ir emulsijos, dervų, plastiklių, klijų, kietiklių, pesticidų atliekos.

Fiziniais ir cheminiais metodais tvarkytinoms atliekoms tenka apie penktadalis pavojingųjų atliekų. Tai – odų ir kailių apdorojimo procesų nuotekų chromo junginiais užterštas dumblas, kiti tirpalai ir dumblas su sunkiaisiais metalais, rūgštiniai ir šarminiai akumuliatoriai, naftos produktais užterštas gruntas, mineralinės vatos, asbesto atliekos, perdegusios liuminescencinės lempos, kitos gyvsidabrio turinčios atliekos.

Deponuotinų pavojingųjų atliekų kategorijai priskiriami šlakai, pelenai, užterštas gruntas, automobilių plovimo nuotekų, skruberių dumblas.

Pagal Aplinkos ministerijos 2004 m. informaciniame leidinyje pateiktus duomenis šalyje kasmet susidaro apie 1 mln. tonų kietųjų buitinių atliekų [30]. G. Denafas ir kt., cituodami Aplinkos ministerijos duomenis, konstatavo, kad per metus vieno didžiojo miesto gyventojo namų ūkyje susidaro 300 kg atliekų, vieno miestelio gyventojo namų ūkyje – 220 kg, kaimo vietovėse – 70 kg buitinių atliekų. Išnagrinėjus Kauno ir Visagino buitinių atliekų struktūrą, nustatyta, kad 41–51 % visų buitinių atliekų tenka maisto atliekoms, 29–39 % – kitoms degiosioms atliekoms (medienai, popieriui tekstilei, plastikams ir kt.). Autorių duomenimis, maisto atliekų degioji dalis sudaro 24 %, o kitų degiųjų atliekų – 84–87 %. Padaryta išvada, kad energinis šalies atliekų potencialas siekia per 1 400 GWh per metus. Sudeginus visas degias buitines atliekas, galima būtų tenkinti apie 10 % 2020 m. prognozuojamo šilumos poreikio. Siūloma buitines atliekas deginti stambiose pramonės įmonėse arba didžiųjų miestų šiluminėse elektrinėse [189].

Iš pateiktų duomenų išeina, kad vienas mūsų šalies gyventojas kasdien išmeta 200–820 g atliekų. Labiausiai ekonomiškai išsivysčiusiose šalyse (JAV, Kanadoje) vienas gyventojas kasdien atsikrato apie 2 kg kietųjų buitinių atliekų. Tačiau Japonijoje, kur ypač daug dėmesio skiriama atliekų vengimui ir mažinimui, susidaro tik 1,1 kg/žm./dieną komunalinių atliekų. Vengrijoje per metus komunalinių atliekų kiekis vienam gyventojui sudaro apie 500 kg, Belgijoje, Ispanijoje, Lenkijoje, Prancūzijoje – 350 kg (3.21 pav. spalvotoje įklijoje). Prognozuojama, kad Ekonominio bendradarbiavimo ir plėtros organizacijai priklausančiose šalyse 2020 m. komunalinių atliekų kiekis sieks apie 640 kg gyventojui per metus, 1,75 kg per dieną.

Skirtingų šalių statistiniais duomenimis, komunalinėms atliekoms priskiriamos buitinės, biurų, parduotuvių, parkų ir kitokios municipalinės atliekos, kurios savo pobūdžiu ir sudėtimi panašios į buitines atliekas. Jų struktūroje vyrauja organinės (namų ūkio) atliekos, kurioms tenka iki 45–49 % visų komunalinių atliekų. Kiti dažniausiai pasitaikantys komunalinių atliekų komponentai – popierius (20–38 %), stiklas (8–12 %), plastikai (7–11 %), metalai (6–8 %), tekstilė (4 %). Pavojingosioms atliekoms tenka apie 2 % visų komunalinių atliekų. Į buitinių atliekų konteinerius išmetami nenaudotini vaistai, galvaniniai elementai, sugedę nestambūs elektroniniai prietaisai, perdegusios liuminescencinės lempos, butų remonto statybos produktų, buitinių biocidų, automobilių priežiūros, kitų buitinės chemijos preparatų liekanos ir kt.

Nepavojingosios atliekos gali kelti pavojų aplinkos komponentams ir žmonių sveikatai, kai netinkamai saugomos, nesaugiai rūšiuojamos bei šalinamos, ypač deginamos arba išverčiamos nesaugiai įrengtuose sąvartynuose.

Pagal Europos Bendrijos sąvartynų direktyvos reikalavimus, Europos Sąjungos šalyse vietoje smulkių, dažnai nekontroliuojamų sąvartynų turi būti projektuojami ir statomi aplinkosaugos reikalavimus atitinkantys stambūs inžineriniai įrenginiai buitinėms atliekoms deponuoti. Pagal valstybinio strateginio atliekų tvarkymo plano nuostatas Lietuvos teritorijoje numatyta pastatyti Vilniaus, Kauno, Šiaulių, Klaipėdos, Panevėžio ir kitų apskričių regioninius buitinių atliekų sąvartynus. Kartu su sąvartynų statybomis turi būti įgyvendinti ir kiti atliekų tvarkymo sistemos sukūrimo tikslai – antrinių žaliavų, pavojingųjų, organinių atliekų atskyrimas iš buitinių atliekų srauto ir jų perdirbimas. **Pasirenkant vietą buitinių atliekų sąvartyno statybai nagrinėjami tokie aspektai**:

- planuojamo sąvartyno **geografinė padėtis**, transporto komunikacijos ir jų plėtros galimybės;
- nelaidaus **mineralinio sluoksnio** storis ir jo laidumo vandeniui koeficientas, kuris, projektuojant buitinių atliekų sąvartyną, turi būti ne mažesnis kaip 10^{-9} m/s;
- vietovės **hidrogeologinės sąlygos** (aeracijos zonos storis, granuliometrinė sudėtis, filtracinės ir sorbcinės savybės, gruntinio vandens slūgsojimo gylis, cheminė sudėtis, foninis užterštumas);
- **atstumas** nuo sąvartyno skleidžiamai taršai jautrių objektų (paviršinių, požeminių vandens telkinių, gyvenviečių, oro uostų, maisto įmonių);
- **vietovės estetinė, istorinė** vertė, planuojamo sąvartyno poveikis kraštovaizdžiui;
- **galimybė tiekti** į sąvartyno teritoriją tinkamos kokybės **geriamąjį vandenį**;
- **galimas poveikis** gruntiniam, požeminiam vandeniui, aplinkos orui, įvertinus prognozuojamą sąvartyno skleidžiamą cheminę, biologinę ir fizikinę taršą;
- planuojamo sąvartyno **saugaus eksploatavimo, uždarymo ir sanavimo** (rekultivacijos) galimybės.

Sąvartynų įrengimas ir jų eksploatacija yra susijusi su aktualiomis jų poveikio aplinkai bei visuomenės sveikatai problemomis. Sąvartyno įrengimas ir jo eksploatacija pažeidžia natūralųjį kraštovaizdį, organinių atliekų biodegradacijos skystieji produktai (filtratas) gali užteršti dirvožemį, gruntinius ir požeminius vandenis. Laiku neperdengus atvežtų naujų atliekų sluoksnio, į aplinkos orą skleidžiami nemalonūs kvapai. Sąvartynai yra paukščių, graužikų traukos objektai, todėl iš jų, nesaugiai eksploatuojant, gali sklisti biologinė tarša.

3.22 pav. (spalvota įklija) pateikta buitinių atliekų sąvartyno inžinerinio įrengimo ir tvarkymo schema jo eksploatacijos metu ir nustojus jį eksploatuoti. Siekiant apsaugoti vandeninguosius sluoksnius nuo sąvartyno storymėje susidarančio skys-

čio (filtrato), po sąvartyno sekcijos dugnu įrengiamas 1,5 m apsauginis ekranas su drenažiniu smėlio sluoksniu. Filtratas drenažinių vamzdžių sistema nuleidžiamas į valymo įrenginį. Buitinių atliekų sąvartyno filtrate yra sunkiųjų metalų, neoksiduotų organinių medžiagų, azoto junginių, fenolių ir kt. antropogeninių teršalų. Metano dujos, susidarančios sąvartyne ir jį uždarius, surenkamos ir deginamos šiam tikslui pastatytoje jėgainėje. Siekiant sumažinti sąvartyno poveikį aplinkos oro kokybei ir geriau surinkti metano dujas, virš atliekų formuojamas apsauginis sluoksnis. Rekultivuoto sąvartyno paviršiuje pasėjama žolė arba įveisiamas miškas.

Valstybiniame strateginiame atliekų tvarkymo plane išskirti **šeši specifiniai pavojingųjų atliekų srautai** – naftos produktų ir jais užterštos atliekos, pavojingosios transporto priemonių atliekos, sunkiaisiais metalais užterštos, cheminių medžiagų ir **medicininės atliekos.** Medicininės atliekos, susijusios su ligonių priežiūra, susidaro ne vien asmens sveikatos priežiūros įstaigose (stacionaruose, poliklinikose, ambulatorijose, pirminės sveikatos priežiūros, odontologijos kabinetuose), bet ir suteikiant sveikatos priežiūros paslaugas socialinės globos įstaigose, senelių globos namuose, taip pat slaugant ligonius namuose. Pagal potencialų pavojų žmonių sveikatai ir aplinkai medicininėms atliekoms gali būti prilygintos veterinarijos gydyklų, skerdyklų, mėsos apdorojimo atliekos, kritę gyvuliai ir kitos gyvūninės kilmės atliekos.

Atliekoms, susidarančioms sveikatos priežiūros įstaigose, apibūdinti vartojamos tokios sąvokos: *sveikatos priežiūros atliekos* (ang. *health care waste*), *medicininės atliekos* (ang. *medical waste*), *ligoninių atliekos* (ang. *hospital waste*). Nepaisant išvardytų sąvokų panašumo, tarp jų yra kai kurių skirtumų. Sąvoka *sveikatos priežiūros atliekos* apima visas atliekas, susidarančias pacientams teikiant diagnostikos, gydymo ir slaugos paslaugas stacionaruose, ambulatorinėse, globos įstaigose ir namuose. Medicininėms atliekoms priskiriamos sveikatos priežiūros paslaugų ir autopsijų (lavonų skrodimo) atliekos. Ligoninių atliekos – tai visos (pavojingosios ir nepavojingosios) atliekos, kurios susidaro eksploatuojant stacionarias asmens sveikatos priežiūros įstaigas, tarp jų – ligoninių virtuvių, teritorijų valymo atliekos, netinkami naudoti baldai ir kt.

Asmens sveikatos priežiūros įstaigose susidarančios pavojingosios atliekos pagal atsiradimo šaltinius ir pobūdį skirstomos į tokias dvi grupes:

- pavojingosios medicininės atliekos (infekuotos, aštrūs daiktai, vaistų ir cheminių medžiagų atliekos);
- pavojingosios nemedicininės atliekos (perdegusios liuminescencinės lempos, dezinfekcinių preparatų, buitinės chemijos preparatų liekanos ir kt.).

Infekuotoms atliekoms priskiriamos klinikinių mikrobiologijos, virusologijos, parazitologijos, laboratorijų tiriamų bandinių, mikroorganizmų, parazitų kultūros, kraujas, kiti kūno skysčiai ir išskyros, kūno dalys, organai, audiniai, panaudoti aštrūs daiktai bei vienkartiniai gaminiai (švirkštai, skalpeliai, chirurginės adatos, stiklo duženos, paklodės, rankšluosčiai, servetėlės, šluostės, tamponai, tvarsčiai ir kt).

Pavojingosios aštrios neinfekuotos atliekos – nenaudoti netekę sterilumo švirkštai, adatos, skalpeliai, mėgintuvėliai, ampulės, pipetės, vamzdeliai, stiklo duženos ir kt.

Pavojingosios farmacinės ir cheminių medžiagų bei preparatų atliekos: netinkami vartoti vaistai; nenaudotini prietaisai, turintys gyvsidabrio, sudaužyti gyvsidabrio termometrai, klinikinių laboratorijų cheminių reagentų atliekos, rentgeno nuotraukos.

Vienas pagrindinių medicininių pavojingųjų medžiagų grupių yra pavojingosios cheminės medžiagos ir preparatai. Joms priklauso toksiškos ir kenksmingosios cheminės medžiagos ir preparatai, ardančiosios medžiagos, degiosios, sprogstamosios, reaktingosios cheminės medžiagos ir preparatai.

Sveikatos priežiūros įstaigose vartojama daugybė vaistų, tarp kurių yra stipriai veikiančių ir net toksiškų medikamentų bei narkotiniu poveikiu pasižyminčių preparatų. Citotoksiniai vaistai, kuriuos kitaip vadina citostatiniais preparatais, taikomi piktybinių navikų chemoterapijai, gali pažeisti sveiko žmogaus organizmo ląsteles, sukeldami jose genetinių struktūrų pokyčių. Daugelis citostatinių preparatų priskiriami antrosios kategorijos kancerogenų kategorijai, t. y. medžiagoms, galinčioms sukelti vėžį.

Sveikatos priežiūros įstaigose naudojamos ir kitos cheminės medžiagos bei preparatai, skirti personalo rankų, medicininės įrangos, įvairių instrumentų paviršių kenksmingumui šalinti, biocidiniai preparatai graužikams, musėms, uodams, kitiems galimiems užkrato šaltiniams kontroliuoti (insekticidai, rodenticidai). Chirurginių instrumentų, dializės įrangos dezinfekavimui plačiai naudojama dezinfekcinė ir konservuojamoji medžiaga formaldehidas. Radiologiniuose ligoninių skyriuose rentgeno nuotraukoms ryškinti naudojami fotocheminiai reagentai, kurie gali būti išleidžiami į kanalizaciją. Ligoninių patologinės anatomijos padaliniuose, gaminant patomorfologinius ir histologinius preparatus, naudojami organiniai skiedikliai, tokie kaip trichloretilenas, chloroformas, ksilenas, metilo alkoholis, acetonas, etilacetatas ir kt.

Cheminių medžiagų atliekos susidaro asmens sveikatos priežiūros klinikinėse laboratorijose, kuriose naudojami reagentai žmogaus organizmo biologinėms terpėms (kraujui, šlapimui ir kt.), audiniams ir ląstelėms tirti. Pavojingąja atlieka gali tapti sudaužytų termometrų gyvsidabris, kitos gyvsidabrio turinčios atliekos. Gyvsidabrinius prietaisus keičiant elektroniniais, mažėja šio sunkiojo metalo kiekiai, patenkantys į aplinką. Tačiau gretimų patalpų apsaugai nuo rentgeno spindulių, pertvarų apsauginės savybės stiprinamos naudojant švino ekraną, kuris kartu su statinių griuvimo atliekomis gali patekti į nekontroliuojamus sąvartynus.

Ligų diagnostikai ir gydymui naudojamos medžiagos, turinčios radionuklidų. Diagnostikos procedūroms taikomi radionuklidai ^{32}P, ^{51}Cr, ^{57}Co, ^{59}Fe, ^{133}Xe. Piktybiniams navikams gydyti naudojami izotopai ^{131}I, ^{192}Ir, ^{199}Au, ^{222}Rd, ^{226}Ra. Todėl asmens sveikatos priežiūros įstaigose susidaro radioaktyviųjų atliekų, kurioms priskiriami mažo radioaktyvumo izotopai, jais užteršti naudoti švirkštai, ampulės, tamponėliai, tirpalai, susidėvėjusios rentgeno aparatų radiacinės galvutės, ligonių, tirtų

ar gydytų preparatais, turinčiais radionuklidų, išskyros. Radioaktyviosios atliekos iš diagnostinių padalinių pasižymi mažu aktyvumu. Gydymo padalinių radioaktyviosios atliekos yra pavojingesnės. Medicininių radioaktyviųjų atliekų pusėjimo periodas yra palyginti trumpas – nuo 6 iki 60 dienų.

Medicininių atliekų kiekis priklauso nuo šalių ekonominio išsivystymo lygio, asmens sveikatos priežiūros paslaugų prieinamumo, įstaigų tinklo išplėtojimo, techninio paslaugų lygio, sveikatos priežiūros paslaugų lygmens, teikiamų paslaugų specifikos.

Remiantis A. Prus ir kt. pateiktais duomenimis, medicininių atliekų kiekis per metus vienam ekonomiškai išsivysčiusių šalių gyventojui sudaro 1,1–12,0 kg, tarp jų – pavojingųjų atliekų – 0,4–5,5 kg, o besivystančių šalių vienam gyventojui per metus tenka vidutiniškai 0,8–6,0 kg medicininių atliekų, tarp jų pavojingųjų – 0,3–0,4 kg. Panašūs skirtumai nustatyti išnagrinėjus skirtingų pasaulio regionų medicininių atliekų statistikos duomenis (3.22 lentelė) [190].

3.22 lentelė. Medicininių atliekų kiekio skirtinguose pasaulio regionuose duomenys

Regionas	Atliekų kiekis per dieną kg/lovai
Šiaurės Amerika	7,0–10,0
Vakarų Europa	3,0–6,0
Pietų Amerika	3,0
Rytų Azija	1,8-4,0
Rytų Europa	1,4–2,0
Rytų Viduržemio jūros regionas	1,3–3,0

Daugelio tyrinėtojų duomenimis, 75–90 % visų medicininių atliekų susidaro asmens sveikatos priežiūros stacionaruose, tarp jų – daugiausia chirurgijos, patologinės anatomijos, reanimacijos, intensyviosios terapijos, inkstų dializės padaliniuose.

Anot Melle Jocelyne Boudot ir Michel Commeinhes, daugiausiai atliekų susidaro universitetinėse ligoninėse, kuriose ligoniai gydomi intensyviai. Autorių duomenimis, trečiojo (aukščiausio) lygmens universitetinių ligoninių vienai lovai per dieną tenka 3,8–6,6 kg atliekų, tarp jų – 385 g pavojingųjų atliekų; antrojo lygmens regiono ligoninėse vienai lovai tenka 3,4–4,4 kg atliekų (pavojingųjų atliekų vidutiniškai 330 g); municipalinio lygmens ligoninėse – 1,9–3,6 kg atliekų (pavojingųjų atliekų vidutiniškai 165 g) [191]. Autorių duomenimis, pavojingosioms atliekoms tenka apie 9 % visų ligoninėse susidarančių atliekų. Panašūs medicininių atliekų kiekio skirtumai, atsižvelgiant į lovų skaičių, konstatuoti ir kitose šalyse. Nustatyta, kad dėl vieno gydytojo profesinės veiklos per metus susidaro vidutiniškai 10–20 kg medi-

cininių atliekų, dėl vienos slaugytojos atliekamų procedūrų – 65 kg, dėl odontologo veiksmų – 240 kg.

Statistiniai duomenys apie medicinines atliekas skirtingose šalyse skiriasi. Statistikos duomenų skirtumų priežastimis laikomi nevienodai taikoma medicininių atliekų klasifikacija, skirtingas asmens sveikatos priežiūros paslaugų techninis ir technologinis lygis. Remiantis A. Rimkevičiaus cituojamais JAV aplinkos apsaugos ekspertų duomenimis, greitosios pagalbos ligoninėse susidaro 4,2–6,9 kg (vidutiniškai 5,8 kg) atliekų vienam ligoniui per dieną [192]. Kitais duomenimis, JAV asmens sveikatos priežiūros stacionaruose, kuriuose iš viso yra 1,3 mln. lovų, per dieną susidaro 5,9 tūkst. t atliekų, t. y. 4,5 kg atliekų vienai lovai. Kasmet infekuotoms atliekoms tenka 5,5–23,1 % (vidutiniškai apie 15 %) visų registruojamų medicininių atliekų. Prancūzijoje 3 650 ligoninių, kuriose yra iš viso 700 tūkst. lovų, kasmet susidaro apie 600 tūkst. t atliekų, t. y. 1,2 t atliekų per metus, arba 3,2 kg atliekų vienai lovai per dieną.

A. Prus ir kt. pateiktais duomenimis, 80 % visų atliekų, susidarančių asmens sveikatos priežiūros įstaigose, gali būti šalinama kartu su buitinėmis kietosiomis atliekomis arba su gyvenviečių bendrosiomis (komunalinėmis) atliekomis. Kūno dalims, kitoms biologinėms ir infekuotoms atliekoms tenka 15 % visų sveikatos priežiūros paslaugų atliekų, aštriesiems daiktams – 1 %, cheminėms ir farmacinėms atliekoms – 3 %. Autoriai ištyrė kai kurių šalių – Italijos, Taivanio, Indijos sveikatos priežiūros paslaugų atliekų struktūrą. Atliktų tyrimų duomenys pateikti 3.23 lentelėje.

3.23 lentelė. Sveikatos priežiūros paslaugų atliekų pasiskirstymo pagal rūšis kai kuriose šalyse duomenys (procentais nuo visų atliekų)

Atliekos	Italija	Taivanis	Indija
Popierius	34,0	16,0	15,0
Plastikas	46,0	50,0	10,0
Stiklas	7,5	1,0	4,0
Metalai	0.4	0,5	1,0
Tekstilė	Nėra duomenų	10,0	15,0
Kūno dalys	0,1	Nėra duomenų	1,5

Autorių pateiktais duomenimis, maisto atliekoms Taivanio asmens sveikatos priežiūros įstaigose tenka net 21 % visų tvarkytinų atliekų, didžiausių Indijos miestų – Delio, Bombėjaus, Kalkutos – 10 %. Ligoninių atliekų apskaitos duomenimis, daugiau kaip pusė (53,5 %) visų atliekų klasifikuojamos kaip bendrosios atliekos (maisto atliekos ir buitinės atliekos).

Atlikus susidarančių atliekų Vilniaus Greitosios pagalbos ligoninėje apskaitos eksperimentą, kurio metu kasdien buvo sveriamos įvairiuose ligoninės padaliniuose susidariusios atliekos, nustatyta, kad kiekvienai ligoninės lovai per dieną vidutiniškai tenka 112 g infekuotų, vienkartinių gaminių ir netinkamų vartoti vaistų atliekų, gydant vieną ligonį, susidaro vidutiniškai 650 g atliekų per dieną [193].

Apskaičiuojant susidarančių medicininių atliekų kiekį stacionariose asmens sveikatos priežiūros įstaigose, turi būti atsižvelgiama į ligoninių lovų funkcionavimo rodiklį, kuris nustatomas įvertinus vidutinišką vienos ligoninės lovos funkcionavimo dienų skaičių per metus. Neįvertinus lovų funkcionavimo koeficiento, medicininių atliekų apskaitos paklaida gali siekti keliasdešimt procentų. Remiantis Lietuvos sveikatos priežiūros įstaigose apskaitytų 2005 m. susidariusių atliekų duomenimis, jų vidutinis kiekis vienai funkcionavusiai lovai buvo 23,8 % didesnis nei vienai statistinei lovai [194].

Pavojingosios medicininės atliekos gali pakenkti asmens sveikatos priežiūros įstaigų personalo darbuotojų, lankytojų, ligoninėse ir namuose gydomų ligonių, jų artimųjų, ligonius lankančių socialinių darbuotojų, kitų žmonių sveikatai. Infekuotos atliekos gali tapti hospitalinių infekcijų priežastimi. Su pavojingosiomis medicininėmis atliekomis, patekusiomis į buitinių atliekų konteinerius ir sąvartynus, gali atsitiktinai kontaktuoti asocialūs asmenys. Medicininių atliekų pavojus sveikatai siejamas su galimybe užsikrėsti infekcinėmis ligomis (ŽIV, hepatitu B, hepatitu C, tuberkulioze, žarnyno infekcijomis ir kt.), susižeisti aštriais daiktais, apsinuodyti netinkamais vartoti vaistais ir kitų cheminių medžiagų atliekomis, patirti jonizuojančiosios spinduliuotės poveikį.

Medicininėse atliekose yra patogeninių bakterijų, stafilokokų, virusų, mielių grybelių. Pavojingosios medicininės atliekos didžiausią pavojų kelia medicinos personalo, kitų asmens sveikatos priežiūros įstaigų darbuotojų, kurių darbas yra susijęs su atliekų surinkimu, rūšiavimu ir pakavimu, sveikatai. Užkrėstas ligonių kraujas (septicemija, bakteriemija) kelia pavojų medicinos personalo darbuotojams dėl užkrato patekimo per pažeistą odą ar gleivines. Ligoniai, sergantys ūminėmis žarnyno infekcijomis (šigelioze, salmonelioze, vidurių šiltine), helmintozėmis, gali perduoti užkratą per infekuotas išmatas, vėmalus. Infekuotos išskyros yra pavojingos ligoniams, sergantiems akių, lytinių organų infekcijoms, pūlingąja odos infekcija, smegenų apvalkalų uždegimu (infekciniu meningitu), kvėpavimo takų infekcijomis (tuberkulioze, tymais, streptokoko pneumonija, difterija ir kt.).

Jungtinėse Amerikos Valstijose 1994 m. užregistruoti 39 medicinos personalo užsikrėtimo ŽIV atvejai, iš to skaičiaus 32 – atvejai įsidūrus injekcinėmis adatomis, kiti atvejai – susižeidus ligonių krauju apkrėstu skutimosi peiliuku, stiklo indo šukėmis, kontaktavus su ligonio krauju [195].

Stacionarų personalas, ypač gimdymo skyrių, operacinių, kraujo centrų, klinikinių laboratorijų, patologinės anatomijos padalinių, nuolat kontaktuoja su ligonių krauju ir kitais organizmo skysčiais bei išskyromis. Teigiama, kad hepatitu B galima užsikrėsti

patekus į sveiko žmogaus organizmą 4^{-5} ml infekuoto kraujo, ŽIV virusui perduoti pakanka 0,1 ml užkrato turinčio kraujo [196]. Nustatyta, kad tikimybė užsikrėsti per užkrėstą kraują yra: ŽIV – 0,3 %, hepatitu B – 30 %, hepatitu C – 4 %. Tiriant kraujuotas atliekas, 2 % bandinių rasta hepatito B antigenų. Lietuvoje ištyrus 4 tūkst. medicinos darbuotojų ir 8 tūkst. ligonių, nustatyta, kad hepatito B virusų nešiotojai yra 1 % medikų ir 8 % ištirtų ligonių [195].

Sveikatos priežiūros įstaigų atliekos tvarkomos dviem pagrindiniais etapais – įstaigų viduje ir jas išvežus iš įstaigų toliau tvarkyti. Bendra medicininių atliekų tvarkymo schema pateikta 3.23 pav. (žr. spalvotą įkliją). Medicininių atliekų tvarkymas sveikatos priežiūros įstaigose yra susijęs su personalo funkcijų ir atsakomybės nustatymu. Medicininės atliekos identifikuojamos, nustatomi jų šaltiniai, susidarantys kiekiai, apskaičiuojamos reikiamos sąnaudos atliekoms surinkti, rūšiuoti, pakuoti, ženklinti, sverti, transportuoti ir laikinai saugoti, paskirstomi atsakingi asmenys atliekų tvarkymui organizuoti ir joms tvarkyti. Personalas turi būti tinkamai išmokytas, jam suteikiamos žinios, susijusios su medicininių atliekų pavojais sveikatai, asmeninių apsaugos priemonių naudojimu tvarkant atliekas, atliekų tvarkymo technologinėmis operacijomis, tinkamomis ir saugiomis pakuotėmis, atsižvelgiant į atliekų rūšis ir su jomis susijusius pavojus.

Kai kurių kartotinio naudojimo sveikatos priežiūros įstaigose naudojamų daiktų tvarkymo technologinės schemos pavyzdys pateiktas 3.24 pav. spalvotoje įklijoje. Pagal paveiksle pateiktą schemą užteršta patalynė jaunesniojo medicinos personalo surenkama, rūšiuojama, pakraunama į konteinerį ir specialiojo transporto priemone vežama dezinfekuoti. Išskalbta patalynė grąžinama į ligoninę ta pačia mašina, prieš tai panaikinus jos kenksmingumą.

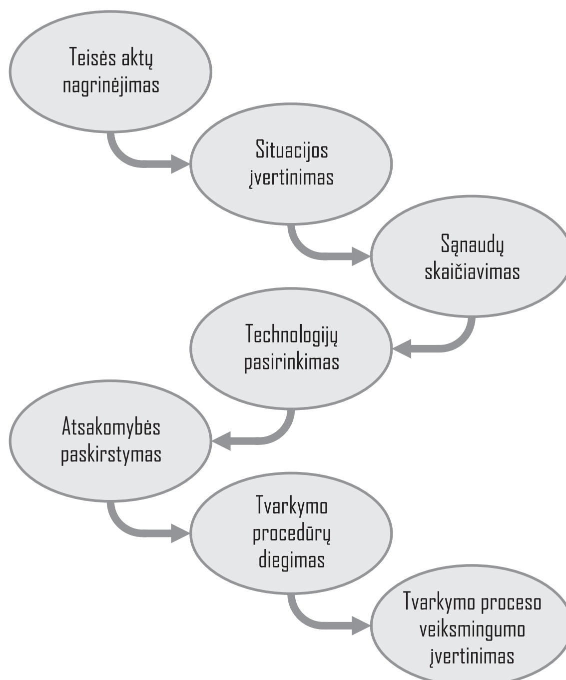
Sveikatos priežiūros įstaigose susidarančios atliekos tvarkomos nuosekliais organizaciniais veiksmais (3.25 pav.). Analogiškas veiksmų modelis, kuriam diegti reikia išsamaus reglamento, tiktų ir kitiems ūkio subjektams, kurių ekonominėje veikloje susidaro atliekų.

Rusijos mokslininkai N. Rusakovas ir kt. rekomenduoja tokius pavojingųjų medicininių atliekų kenksmingumo šalinimo būdus: deginimą besisukančiose krosnyse, pirolizę, apdorojimą dezinfekcinėmis medžiagomis, sterilizavimą autoklavuose, mikrobangų krosnyse, laidojimą, cementavimą [197].

Atliekų tvarkymo **strategija** – tai teisinių, administracinių, ekonominių priemonių, skirtų atliekoms saugiai tvarkyti, visuma. Atliekų tvarkymo **taktika** – atliekų tvarkymo strategiją atitinkančios, nuoseklios techninės organizacinės priemonės, skirtos atliekoms saugiai tvarkyti ir vykdomos pagal nustatytą tvarką parengtus planus.

Teisės aktų reikalavimai pavojingosioms atliekoms tvarkyti:

- įmonės, tvarkančios pavojingąsias atliekas, turi gauti licenciją, kurioje nurodytos pavojingosios atliekos, kurias licencijos turėtojas gali tvarkyti;
- pavojingųjų atliekų gamintojas privalo jas identifikuoti ir apie jų susidarymą nustatyta tvarka pranešti Aplinkos ministerijai;



3.25 pav. Atliekų tvarkymo organizacinių veiksmų principinė schema

- draudžiama pavojingąsias atliekas maišyti visais jų tvarkymo etapais;
- saugomos ir gabenamos pavojingosios atliekos turi būti saugiai supakuotos ir tinkamai paženklintos;
- pavojingąsias atliekas šalinančios įmonės privalo pildyti darbo žurnalus, kuriuose turi būti registruojamos pavojingųjų atliekų priėmimo, saugojimo, naudojimo, šalinimo technologinės operacijos;
- tvarkant pavojingąsias atliekas, turi būti užtikrintas darbuotojų saugą ir sveikatą bei aplinkos apsaugą reglamentuojančių teisės aktų reikalavimų laikymasis.

Nustatyti tokie atliekų tvarkymo prioritetai:
- atliekų, ypač pavojingųjų, vengimas arba jų mažinimas;
- atliekų naudojimas energijai gauti;
- saugus susidariusių atliekų šalinimas į sąvartynus ir kitas specialiai tam skirtas vietas, kad jos nekeltų pavojaus žmonių sveikatai bei aplinkai.

Atliekų tvarkymo strateginiai sprendiniai:
- atliekų įvežimo, tranzito per šalies teritoriją, išvežimo ribojimas ir kito pobūdžio reguliavimas;
- apskaitos principai – atliekų apskaita jų susidarymo vietose ir tvarkymo įmonėse;

- šalinimo koncepcija – atliekų srautų formavimas pagal jų šalinimo būdą ir vietą, centralizavimo mastas, stacionarus, mobilusis šalinimo principas, įmonių pasirinkimas atliekoms šalinti (esančios, naujų įmonių statyba), pavojingųjų atliekų laikino saugojimo aikštelių (įmonių) koncepcijos parengimas ir įgyvendinimas, vietų joms statyti parinkimas, rengiant apskričių teritorijų bendruosius planus, pavojingųjų atliekų optimalių šalinimo būdų pasirinkimas ir kt.

Atliekų tvarkymo strategijos pasirinkimo kriterijai:

- politiniai – atliekų tvarkymas, laikantis Europos Sąjungos direktyvų, reglamentų, kitų tarptautinių ir tarpvalstybinių dokumentų bei susitarimų;
- aplinkosauginiai – aplinką tausojančių atliekų tvarkymo technologijų ir vietų joms įgyvendinti pasirinkimas, atsižvelgiant į nustatytą tvarką patvirtintus teritorijų planavimo projektus;
- ekonominiai socialiniai – ekonominis pagrindimas, visuomenės, valstybinio valdymo, savivaldos institucijų, verslo atstovų interesų derinimas, poveikio visuomenės sveikatai vengimas visais atliekų tvarkymo etapais.

Atliekoms nuosekliai tvarkyti Vyriausybė patvirtino **Valstybinį strateginį atliekų tvarkymo planą, kurio pagrindiniai tikslai** yra tokie:

- apsaugoti gamtą ir žmonių sveikatą nuo taršos, susijusios su atliekomis arba jų tvarkymu, poveikio;
- sukurti racionalią atliekų tvarkymo sistemą;
- nustatyti atliekų tvarkymo užduotis, priemones ir veiksmus, sudarančius sąlygas per artimiausią dešimtmetį įgyvendinti Europos Sąjungos atliekų tvarkymo direktyvas.

Plane pavojingosios atliekos suskirstytos į tokias grupes: naftos produktų atliekos, naftos produktais užtreštos atliekos, pavojingosios transporto priemonių atliekos, sunkiaisiais metalais užterštos atliekos, cheminių medžiagų atliekos, medicininės atliekos. Atliekų tvarkymo būdai, šiuolaikiškos technologijos ir technologiniai įrenginiai, skirti atliekoms tvarkyti, aprašyti A. Spruogio ir B. Jaskelevičiaus mokomojoje knygoje „Atliekos ir jų tvarkymas“ [84].

Atliekų rūšiavimas. Rūšiavimo tikslai: antrinių žaliavų (popieriaus, spalvuotųjų metalų, stiklo, plastikų), pavojingųjų, kompostuojamų atliekų atskyrimas, atliekų paruošimas toliau tvarkyti. Rūšiavimas gali būti rankinis arba mechanizuotas drėgnuoju arba sausuoju metodu (vandens arba oro srautu), naudojant magnetus metalams šalinti. Atliekas rūšiuojant rankiniu būdu, sudėtinga išvengti jų tiesioginio poveikio darbuotojų saugai ir sveikatai, todėl juos būtina aprūpinti efektyviomis asmeninės apsaugos priemonėmis, taip pat turi būti taikomos kolektyvinės apsaugos priemonės – darbo patalpų vėdinimas, pavojingųjų darbų atlikimas atskirtose patalpose ir kt.

Atliekos pakuojamos siekiant paruošti jas laikinai saugoti ir gabenti. Atliekų pakuotės parenkamos atsižvelgus į jų matmenis, agregatinę būseną, pavojingumą aplinkai ir žmonių sveikatai. Pagrindiniai atliekų pakuočių reikalavimai: mechaninis

patvarumas, atsparumas atliekų poveikiui, tinkamumas transportuoti ir saugiai šalinti arba pakartotinai naudoti. Pakuojant atliekas, rizika sveikatai ir aplinkai yra susijusi su galimu sąlyčiu su atliekomis, taip pat galimomis avarijomis, pažeidus pakuočių sandarumą, ir būtinumu šalinti avarijos pasekmes bei perpakuoti atliekas.

Atliekų pakuotės ženklinamos siekiant informuoti atliekų vežėjus, kitus atliekų tvarkytojus apie atliekų pavojų žmonių sveikatai ir aplinkai, konkrečią jų keliamą riziką ir priemones bei veiksmus neigiamam poveikiui išvengti. Pavojingųjų atliekų pakuotės ženklinamos specifiniais ženklais (radioaktyviosios, infekuotos medicininės atliekos), taip pat pavojingųjų cheminių medžiagų ir preparatų pavojingumo simboliais bei nuorodomis.

Laikinas saugojimas. Atliekos gali būti laikinai laikomos specialiai įrengtose patalpose netoli jų susidarymo vietos, įmonės sandėlyje arba konteinerių aikštelėje. Pavojingosioms atliekoms saugoti Lietuvoje įrengiamos teritorinės pavojingųjų atliekų laikino saugojimo aikštelės. Laikinas atliekų laikymas yra susijęs su galimu pavojumi aplinkai, užkrečiamųjų ligų plitimu per užkratą pernešančius gyvūnus (peles, žiurkes), tiesioginiu poveikiu pašaliniams žmonėms. Ypač pavojinga neidentifikuotas, nesaugiai supakuotas, tarpusavyje reaguojančias chemines medžiagas bei preparatus laikyti bendroje patalpoje. Dėl egzoterminės cheminės reakcijos atliekos savaime užsidega, dėl to nepavyksta išvengti žalos aplinkai ir poveikio gyvenamajai aplinkai.

Surinkimas. Atliekos iš atliekų gamintojų renkamos trimis būdais: tiesiogiai išvežant specialiosiomis transporto priemonėmis, išvežant iš laikino saugojimo talpyklų (konteinerių) arba atliekų gamintojams jų atsikratant savarankiškai – nusivežant į priėmimo punktus bei saugojimo aikšteles. Taip gyventojams rekomenduojama atsikratyti pavojingųjų buitinių atliekų: vaistų, kurių pasibaigęs vartojimo terminas, nenaudotinų galvaninių elementų, akumuliatorių, stambių daiktų atliekų – susidėvėjusių baldų, kai kurių buitinės technikos daiktų (3.26 pav. spalvotoje įklijoje). Atliekų rinkimo būdą pasirenka vietos savivaldos institucijos, kurdamos atliekų tvarkymo sistemas ir įvertindamos kiekvieno rinkimo būdo privalumus bei trūkumus. Atskiriems atliekų srautams gali būti pasirinkti skirtingi rinkimo būdai.

Pervežimas. Atliekos gali būti vežamos tiesiogiai iš jų susidarymo, laikino saugojimo vietų, tiek vienos šalies teritorijoje, tiek vykdant tarpvalstybinius atliekų vežimus skirtingomis transporto priemonėmis. Pavojingąsias atliekas vežant automobilių keliais, geležinkeliu, kitomis transporto priemonėmis, turi būti laikomasi atitinkamų nacionalinių teisės aktų ir tarptautinių susitarimų dėl saugaus krovinių gabenimo. Gabenantis pavojingąsias atliekas vežėjas privalo turėti nustatytos formos pavojingųjų atliekų lydraštį, kuriame nurodytas atliekų kodas, pavadinimas, pavojingos savybės.

Perdirbimas ir šalinimas. Perdirbamos atliekos gali būti smulkinamos, tankinamos, presuojamos, granuliuojamos, suskirstomos į frakcijas pagal dydį, nusausinamos ir taip paruošiamos toliau perdirbti, utilizuoti arba šalinti. Daugelyje šiuolaikiškų

įmonių įgyvendintos atliekų pavojingųjų komponentų (angliavandenilių, sunkiųjų metalų) rekuperacijos (išskyrimo kartotinai naudoti) technologijos ir įrenginiai. Eksperimentiniais tyrimais įrodyta, kad cheminiu būdu apdorojus galvaninį šlamą, kuriame yra sunkiųjų metalų (nikelio, chromo, vario ir kt.), gaunamas pigmentas, tinkamas dažams gaminti [198, 199].

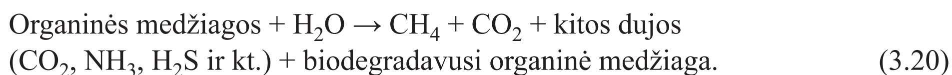
Cheminiu būdu atliekos apdorojamos neutralizuojant koncentruotas rūgščias arba šarmines skystąsias atliekas, skaidant polimerų atliekas, elektrolitiniu būdu išgaunant iš atliekų tauriuosius metalus. Plastikų, gumos atliekos, automobilių padangos gali būti apdorojamos **pirolizės** būdu. Dėl aukštos temperatūros poveikio inertinėje aplinkoje vyksta apdorojamų atliekų terminė destrukcija, atliekos suskaidomos į pirolizės produktus: dujas, lakiuosius skysčius, plastikų monomerus ir kt.

Lietuvoje jau keletą metų, iš pradžių Kaišiadoryse, vėliau Elektrėnuose, siekiama įgyvendinti automobilių padangų atliekų pirolizės technologiją, pagal kurią terminiu būdu apdorojus padangas galima būtų gauti degiųjų dujų ir utilizuotinų naftos perdirbimo produktų. Anot pirolizės technologijų autorių, jos nėra aplinkai pavojingos, leidžia gauti papildomos energijos. Tačiau visuomenės prieštaringai vertinamų ir kitur nepakankamai įvertintų padangų pirolizės technologijų Lietuvoje įdiegti nepavyksta.

Pasaulyje plačiai taikomas pavojingųjų atliekų **deginimo būdas.** Tipinė atliekų deginimo schema pateikta 3.27 pav. (žr. spalvotoje įklijoje). Taip šalinami nenaudotini pesticidai, vaistai, kitos pavojingosios medicininės atliekos, organinės cheminės sintezės atliekos, užterštų nuotekų degiosios nuosėdos, kitos kietosios ir skystosios pavojingosios, taip pat nepavojingosios buitinės atliekos. Atliekų deginimo privalumai: tūrio mažinimas, jų visiškas kenksmingumo šalinimas, šiluminės energijos utilizavimas, žemės teritorijų taupymas, vengiant laikyti atliekas sąvartynuose. Tačiau toks atliekų šalinimo būdas turi ir trūkumų: toksiškų dujų ir kietųjų dalelių išmetimas į aplinkos orą, didelių investicijų į užteršto išmetamo oro valymo įrenginius ir jų eksploataciją reikmė, būtinumas pasirinkti tinkamą teritoriją deginimo įmonei statyti, nustatyti tinkamas sanitarinės apsaugos zonos ribas, atsižvelgus į motyvuotus visuomenės pasiūlymus, užtikrinti atliekų įmonės nuolatinę eksploataciją projektiniu pajėgumu tiekiant pakankamai degintinų atliekų. Radioaktyviosios atliekos šalinamos specialiuosiuose konteineriuose, kurie laikomi nuolat saugoti požeminėse arba kitose saugiai įrengtose radioaktyviųjų atliekų saugyklose.

Technogeninei CO_2 emisijai į aplinkos orą sumažinti prof. A. Kazragis siūlo vengti deginti medienos ir kitas celiuliozės plaušų turinčias atliekas, naudoti jas statybos produktams, kompozitams gaminti. Miškų kirtaviečių, medienos perdirbimo, jos produktų, žemės ūkio gamybos, nekultūrinės, taip pat iškastinės augmenijos, popieriaus, tekstilės atliekos gali būti maišomos su mineraliniais užpildais, neorganiniais (cementu, moliu) arba polimeriniais rišikliais (sintetinėmis dervomis). Įdiegus kompozitų gamybos technologijas, pagaminamos statybinės plokštės ir kiti statybos produktai, turintys tiek pakankamo patvarumo, tiek gerų garsą slopinančių ir termoizoliacinių savybių [200].

Tam tikros pavojingųjų atliekų rūšių kenksmingumas šalinamas **biologiškai skaidant**. Taip, veikiamas mikroorganizmų, valomas nafta ir jos perdirbimo produktais (sunkiaisiais ir lengvaisiais angliavandeniliais) užterštas gruntas. Augalinės ir gyvūninės kilmės atliekos skaidomos, veikiant aerobinėms arba anaerobinėms bakterijoms. Tokie procesai vyksta organines atliekas kompostuojant ir sudarant tinkamas sąlygas joms biologiškai skaidytis – optimalią temperatūrą, drėgnį, reikiamą vandenilio jonų koncentraciją (pH). Aerobinio proceso privaloma sąlyga – reikiamas deguonies kiekis, kitaip ima vyrauti anaerobinė organinių atliekų biodegradacija, jos pūva. Vilniaus Gedimino technikos universiteto Aplinkos apsaugos katedroje atlikti organinių atliekų biodestrukcijos proceso metu išsiskiriančių biodujų eksperimentiniai tyrimai. Eksperimentui atlikti nauduotos mėsos, nupjautos žolės ir vaisių bei daržovių atliekos. Organinių atliekų biodestrukcija, veikiant mikroorganizmams, tarp jų – anaerobinėms metanogeninėms bakterijoms, vyko pagal scheminę (3.20) lygtį:

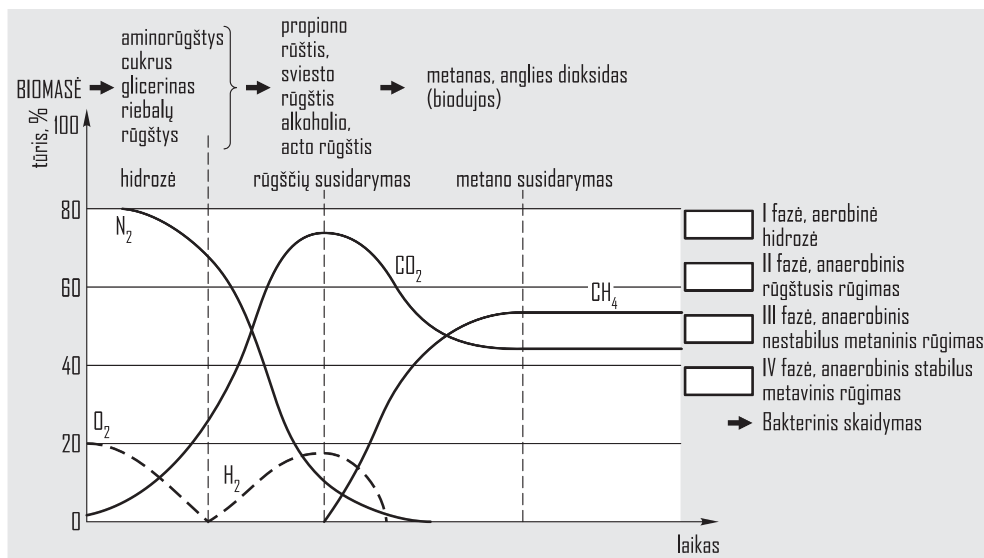


$$\text{Organinės medžiagos} + H_2O \rightarrow CH_4 + CO_2 + \text{kitos dujos}$$
$$(CO_2, NH_3, H_2S \text{ ir kt.}) + \text{biodegradavusi organinė medžiaga.} \qquad (3.20)$$

Atlikus eksperimentą, nustatyta, kad nenaudojant dujas absorbuojančių medžiagų, biodestrukcijos dujose yra 50–65 % metano. Atliekas susluoksniavus su keramzitu, atsiranda sąlygos aerobinei organinių atliekų biodestrukcijai, dėl to išsiskiria mažiau metano, kurio biodujose kiekis tesiekia 30–40 %. Taigi keramzitas lėtina organinių atliekų biodestrukcijos procesą. Padaryta išvada, kad maisto atliekos vertintinos kaip geras biodujų šaltinis. Tačiau tais atvejais, kai biodujų netikslinga naudoti šiluminei energijai gauti, reikia imtis jų emisijos mažinimo priemonių, tarp jų – įterpiant į gyvūninės ir augalinės kilmės atliekas keramzitą [201, 202].

Organines atliekas kompostuojant anaerobinėmis sąlygomis, į aplinką išsiskiria puvimo proceso metu susidarančios dujos – vandenilio sulfidas, amoniakas, metanas. Stambiuose sąvartynuose susidarančios metano dujos gali būti utilizuojamos šilumos energijai gaminti. Įvairiais atliekų biomasės skaidymo etapais į aplinką išsiskiria skirtingų organinių medžiagų (alkoholių, rūgščių). Anaerobinio skaidymo etapu susidaro dujų (3.28 pav.)

Vilniaus Gedimino technikos universiteto Kelių katedros mokslininkai atliko statybos ir pastatų griovimo atliekų naudojimo kelių tiesyboje tyrimus. Teigiama, kad ketvirtį visų statybos ir griovimo atliekų sudaro betono plytų ir asfaltbetonio atliekos. Iš to skaičiaus 9 % tenka betono (gelžbetonio), 5 % plytų, 7 % – statinių griovimo, tarp jų – kelių, aerodromų kilimo ir tūpimo takų, geležinkelių remonto ir rekonstrukcijos darbų atliekoms. Statybos atliekų utilizavimas yra susijęs su nuosekliomis technologinėmis operacijomis – rūšiavimu, priemaišų (medienos, metalo, plastikų) atskyrimu, smulkinimu, plovimu, suskirstymu į frakcijas. Padaryta išvada, kad mineralinių statybos ir statinių griovimo atliekų pavertimas antrinėmis žaliavomis yra



3.28 pav. Organinių medžiagų skaidymo procesai ir sąvartyno dujų sudėtis [11]

susijęs su reikalavimais užtikrinti perdirbtų atliekų švarumą, tinkamą granuliometrinę sudėtį ir mechaninį patvarumą [203].

Pagal galiojančių teisės aktų reikalavimus, komunalinių atliekų sąvartynuose draudžiama šalinti skystąsias, taip pat pavojingąsias atliekas (sprogstamąsias, oksiduojančias, labai degias, degiąsias, ėsdinančias, infekuotas ir kitas pavojingąsias medicinines atliekas).

Pagal planuojamos ūkinės veiklos (sąvartynų) poveikio aplinkai vertinimo rekomendacijų reikalavimus, pasirenkant žemės sklypą sąvartynui statyti ir rengiant projektavimo dokumentus, turi būti įvertintos vietovės hidrogeologinės sąlygos, nuotekų tvarkymo priemonės, aplinkos oro užterštumo prognozė, taršos mažinimo galimybės, sąvartyno skleidžiama dirvožemio cheminė, parazitinė ir mikrobinė tarša. Remiantis rekomendacijų teiginiais, turi būti atsižvelgta į visuomenės požiūrį į planuojamą statyti sąvartyno vietą, jos nuomonę dėl eismo suintensyvėjimo, galimo kvapų sklidimo, gyvūnų (paukščių, graužikų) populiacijų didėjimo. Taip pat turi būti įvertintas galimas poveikis visuomenės sveikatai, susijęs su sąvartyno eksploatacija. Siekiant sumažinti atliekų, vežamų į sąvartynus, kiekį, nustatomi apribojimai juose deponuoti organines atliekas, statomos modernios atliekų perdirbimo įmonės.

4. Visuomenės sveikatos samprata, rodikliai ir gerinimo perspektyvos

4.1. Šiuolaikinės visuomenės sveikatos koncepcijos

Sveikatos sąvoka aiškinama atsižvelgiant į mokslininkų siūloma požiūrį – **biomedicininį**, **sociologinį arba psichologinį**.

Biomedicininio požiūrio šalininkai sveikatos sampratą sieja su tokia organizmo būkle, kai nesama psichinių ir fiziologinių funkcijų sutrikimų, kurie gali būti nustatyti objektyviais klinikinių tyrimų metodais.

Liga yra tik tuomet, kai tiriant organizmą šiuolaikiniais tyrimų metodais diagnozuojami organų ar jų sistemų veiklos nukrypimai nuo normalios fiziologinės būsenos.

Pagal sociologinį požiūrį sveikata traktuojama kaip nesutrikdytas ryšys tarp atskirų žmonių ir jų socialinės aplinkos. Šis požiūris ypač plačiai svarstomas sociologijos mokslo atstovų publikacijose.

Psichologiniu požiūriu sveikatos sąvokos aiškinimo prioritetas suteikiamas žmogaus psichinei būsenai. Tokiu atveju daugiausia dėmesio skiriama psichologinei sveikatai, kuri traktuojama kaip objektyviai įvertinama būsena. Psichologinės sveikatos koncepcija gali būti taikoma tiek atskirų žmonių, tiek bendruomenių atžvilgiu, ji taip pat siejama su gerovės samprata.

PSO pateikia tokią apibrėžtį: „Sveikata yra visapusė fizinė, dvasinė ir socialinė gerovė, o ne tik ligų ar negalavimų nebuvimas“. Sveikatą galima apibrėžti kaip „balansą tarp žmogaus ir fizinės, biologinės bei socialinės aplinkos, suderintą su visapuse funkcine veikla“ [146].

Sveikatos balansu laikomas asmens organizmo sugebėjimas tinkamai reaguoti į aplinkos veiksnių poveikį, jų keliamą riziką, taip pat prisitaikyti prie aplinkos sąlygų.

Sveikatos potencialu laikoma asmens ir aplinkos sąveika sveikatos išsaugojimo požiūriu. Asmens lygiu sveikatos potencialas gali būti siejamas su tinkamo lygio imunitetu, emociniu stabilumu, objektyviu savo sveikatos būsenos vertinimu.

Sveikatos sąvokos aiškinimas yra labiau susijęs su asmens, kitaip tariant, individo sveikata, kuri priklauso ne tik nuo aplinkos kokybės, darbo, gyvenimo sąlygų, sveikatos priežiūros paslaugų kokybės, tačiau ir nuo paveldėjimo būdu perduodamų sveikatą lemiančių požymių.

Visuomenės sveikatos mokslas nagrinėja žmonių tam tikros populiacijos – geografinio regiono, šalies, atskirų jos teritorijų, aglomeracijų, taip pat bendruomenių –

sveikatos statistikos ypatumus, vykstančius ir prognozuojamus sveikatos statistikos pokyčius. Praktinė veikla visuomenės sveikatos srityje yra susijusi su organizuotomis visuomenės pastangomis išvengti ligų, prailginti aktyvųjį gyvenimą bei stiprinti fizinę ir psichinę sveikatą. Visuomenės sveikatos išsaugojimo ir stiprinimo veikla apima aplinkos saugą, užkrečiamųjų ligų kontrolę ir profilaktiką, gyventojų mokymą asmens higienos įpročių ir sveikos gyvensenos, asmens ir visuomenės sveikatos priežiūros, slaugos, socialinių paslaugų įstaigų plėtrą bei jų kokybę.

Tinkamą bendruomenės sveikatos potencialą lemia sveikatos politikos veiksmingumas, sveikatos priežiūros įstaigų tinklo išplėtojimas, tinkamas jų finansavimas, sveikatos priežiūros paslaugų prieinamumas, šiuolaikiškas savivaldybės institucijų požiūris į visuomenės sveikatos išsaugojimą ir stiprinimą bei socialinę bendruomenės gerovę.

Asmens ir visuomenės sveikata daugiausia priklauso nuo išorinių veiksnių visumos, kuri apima:

- teisės aktų, garantuojančių gyventojų teisę į sveikatos išsaugojimą, jos stiprinimą ir jų įgyvendinimo mechanizmų sistemą;
- socialinę gerovę (užimtumas, saugios ir sveikos darbo sąlygos, teisingas atlygis už atliktą darbą, normalūs santykiai su darbdaviais ir bendradarbiais, apsirūpinimas tinkamu būstu);
- prieinamas ir kokybiškas paslaugas – sveikatos priežiūros, ryšių, transporto, prekybos, vaikų ugdymo, mokymo, kultūros, pramogų, komunalinės, energijos, geriamojo vandens tiekimo ir kt.
- galimybes dalyvauti svarstant savivaldybės nustatomus mokesčius, paskirstant biudžeto lėšas, bendruomenės lygmens strateginių dokumentų (planų, programų), teritorijų planavimo, statybos projektų sprendinius, kitus bendruomenės gyvenimą veikiančius klausimus.

Visuomenės sveikata turi būti ne tik saugoma, bet ir stiprinama. Remiantis Pasaulio sveikatos organizacijos apibrėžtimi, sveikatos stiprinimas yra procesas, suteikiantis žmonėms daugiau galimybių rūpintis savo sveikata ir ją gerinti. Sveikatos stiprinimo principai suformuluoti 1986 m. Otavoje (Kanada) įvykusioje konferencijoje sveikatos stiprinimo problemoms nagrinėti. Pagal Otavos konferencijoje priimtus dokumentus paskelbti tokie **sveikatos stiprinimo principai**:

- valstybinės politikos, leidžiančios stiprinti žmonių sveikatą, suformavimas ir įgyvendinimas;
- fizinės, socialinės aplinkos, suteikiančios sąlygas stiprinti sveikatą, sukūrimas;
- aktyvios visuomenės įtraukimas į sveikatos stiprinimo veiklą;
- individualių sveikatos stiprinimo žinių ir sveikos gyvensenos įgūdžių tobulinimas;
- asmens sveikatos priežiūros įstaigų ir visuomenės sveikatos priežiūros tarnybų

veiklos pertvarkymas, nustatant ir įgyvendinant žmonių sveikatos stiprinimo prioritetus.

Mokslininkų siūlomos **septynios sveikatos stiprinimo veiklos sritys,** tarp jų **penkios traktuojamos kaip pagrindinės:**

- **profilaktiniai veiksmai** – imunizacija prieš pavojingas ir labiausiai paplitusias užkrečiamąsias ligas, profilaktiniai sveikatos tikrinimai siekiant kuo anksčiau diagnozuoti kraujotakos ligas, piktybinius navikus, regėjimo, laikysenos ir kitus sveikatos sutrikimus;
- **sveikatos mokymas** (*health education*), sveikos gyvensenos propaganda, užkrečiamųjų ligų, kraujotakos, kvėpavimo, virškinimo, judėjimo, kitų organų ir organizmo sistemų ligų profilaktikos, ankstyvosios diagnostikos reikšmės aiškinimas;
- visuomenės **sveikatos sauga** (darbuotojų saugos ir sveikatos, maisto ir ne maisto produktų, paslaugų, statinių saugos reikalavimų laikymasis);
- **sveikatos saugos mokymas** (žinių skleidimas apie apsinuodijimų, traumų, kitų sveikatai kenkiančių poveikių profilaktiką);
- **sveikatos** politikos ir jos diegimo priemonių **rėmimas** (*health promotion*) [204].

Džakartos (Indonezija) deklaracijoje 1997 m. (*The Jakarta Declaration on leading health promotion into XXI Century*) nustatyti tokie **sveikatos stiprinimo prioritetai**:

- stiprinti socialinę atsakomybę už sveikatą, viešajame ir privačiame sektoriuose vengiant pakenkti žmonių sveikatai, saugant aplinką, užtikrinant tausojamąjį gamtos išteklių naudojimą, ribojant sveikatai kenksmingų produktų gamybą ir jų tiekimą į rinką, garantuojant saugias sveikatai paslaugas, gyvenimo ir darbo sąlygas, formuojant politiką, leidžiančią rūpintis sveikata teisumo principu;
- didinti investicijas į sveikatos stiprinimą ir tobulinti jų naudojimą, skiriant prioritetus vaikų, moterų, neįgaliųjų, nepasiturinčių žmonių sveikatai stiprinti;
- plėsti bendradarbiavimą sveikatos stiprinimo srityje valstybės institucijų, savivaldos, skirtingų socialinių grupių, visuomeninių organizacijų, bendruomenių lygmeniu;
- didinti bendruomenės ir atskirų asmenų vaidmenį priimant ir įgyvendinant sprendimus, susijusius su sveikatos stiprinimu;
- garantuoti sveikatos stiprinimo infrastruktūros objektų išplėtojimą, sukuriant veiksmingus sveikatos stiprinimo finansavimo mechanizmus, skirtingų ūkinės veiklos sričių bendradarbiavimo struktūras, sveikatos stiprinimo stebėsenos ir ekspertizės metodikas, sukuriant sveikatai stiprinti palankią politinę, teisinę, socialinę, ekonominę, švietimo ir mokymo aplinką.

Visuomenės sveikatos stiprinimo globaliniai prioritetai – adekvatus atsakas į globalinius aplinkos pokyčius, galinčius daryti neigiamą poveikį visuomenės sveikatai; vyriausybinių institucijų ir nevyriausybinių organizacijų tarpvalstybinio bendradar-

biavimo skatinimas; finansinių, institucinių, žmonių, materialinių techninių, kitų išteklių stiprinimas; žinių kaupimas, kvalifikacijos kėlimo skatinimas, informacijos skleidimas, keitimasis informacija ir gera darbo patirtimi; skirtingų visuomenės socialinių grupių solidarumo stiprinimas; atvirumo, visuotinumo ir visuomenės atsakomybės už sveikatos stiprinimo veiklą puoselėjimas.

4.2. Tarptautinė aplinkos ir sveikatos politika. Europos sveikatos politika „Sveikata visiems XXI amžiuje“

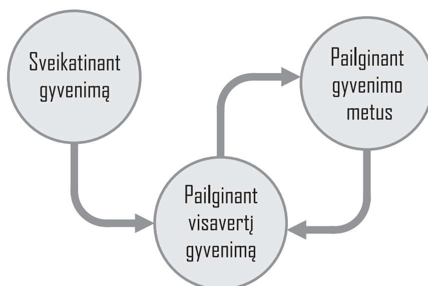
Siekiant pagerinti pasaulio šalių demografinę situaciją, sumažinti gyventojų, tarp jų – kūdikių mirtingumą, sustabdyti užkrečiamųjų ligų plitimą, užtikrinti gyventojams tinkamos kokybės fizinę aplinką, socialinę ir dvasinę gerovę, prailginti jų aktyvų gyvenimą, praėjusio amžiaus pabaigoje priimtos tokios pagrindinės tarptautinės strategijos aplinkos ir sveikatos srityje:

- Pasaulio sveikatos organizacijos asamblėjos 1977 m. sprendimas dėl bendros sveikatos strategijos sukūrimo;
- Europos strategija „Sveikata visiems 2000“, patvirtinta Pasaulio sveikatos organizacijos 1984 m.;
- Pasaulio sveikatos organizacijos „Europos aplinkos ir sveikatos chartija, 1989 m.“;
- Jungtinių Tautų strategijos „Darbotvarkė XXI amžiui“ (*AGENDA 21*) ir 1992 m. Rio de Žaneiro deklaracijos dėl aplinkos ir darniosios plėtros nuostatų ir principų. Tų principų įgyvendinimas yra siejamas su siekiu sutelkti dėmesį į žmogų, turintį teisę į sveiką ir visavertį gyvenimą saugioje aplinkoje;
- Pasaulio sveikatos organizacijos Europos regiono biuro sveikatos ir aplinkos apsaugos ministrų konferencijoje Helsinkyje 1994 m. priimta deklaracija bei Europos aplinkos ir sveikatos veiksmų planas;
- Pasaulio sveikatos organizacijos 1999 m. strategijos „Sveikata visiems XXI amžiuje“ uždaviniai;
- Pasaulio sveikatos organizacijos 1999 m. Europos regiono biuro trečiosios sveikatos ir aplinkos apsaugos ministrų konferencijos Londone deklaracija, tarptautinė konvencija „Vanduo ir sveikata“, chartija „Transportas, aplinka ir sveikata“;
- Europos Komisijos sprendimas Nr. 1296/1999/EK dėl ligų, susijusių su aplinkos tarša, prevencijos.

Pagrindiniai tarptautinės aplinkos ir sveikatos politikos tikslai yra tokie:

- užtikrinti **vienodas** visų žmonių **galimybes** siekiant išsaugoti ir stiprinti sveikatą (*ensuring equity to health);*
- pailginti **aktyvųjį gyvenimą**, padedant žmonėms visiškai išnaudoti fizines, protines bei socialines galimybes, pailginant visavertį jų gyvenimą (*adding life to years*);

- **gerinti sveikatą**, mažinant sergamumą, traumatizmą ir negalią, sveikatinant gyvenimą (*adding health to life*);
- **pailginti** kiekvieno žmogaus **gyvenimo trukmę**, mažinant mirtingumą ir ilginant žmonių populiacijos būsimojo vidutinio gyvenimo trukmę, pailginant gyvenimo metus (*adding years to life*) (4.1 pav.).



4.1 pav. Pagrindinių tarptautinės aplinkos ir sveikatos politikos tikslų schema

Pagrindiniai tarptautinės **aplinkos ir sveikatos politikos uždaviniai** yra tokie:
- žmonių sveikatos gerinimas;
- sąlygų sveikatą stiprinančios gyvensenos sudarymas;
- sveikos gyvenamosios, darbo, poilsio, socialinės ir psichologinės aplinkos sukūrimas;
- prieinamos ir kokybiškos sveikatos priežiūros užtikrinimas;
- sveikatos visiems strategijos sukūrimas ir jos įgyvendinimas;

Pasaulio sveikatos organizacijos strategijos „Sveikata visiems XXI amžiuje“ pagrindiniai principai:
- sveikatą stiprinančios gyvensenos formavimas (sveikatos mokymas);
- profilaktinės veiklos prioritetai – nėščiųjų, kūdikių, vaikų sveikatos priežiūra, profesinių ligų, smurtinių mirčių, savižudybių, nelaimingų atsitikimų darbe, buityje ir transporte profilaktika, aplinkos sveikatinimas.

Pasaulio sveikatos organizacijos Europos regiono strategijos „Sveikata visiems XXI amžiuje“ [205], priimtos 1998 m. gegužės mėn., pagrindinė kryptis – siekis sukurti visuotinį sveikatos potencialą. Strategijoje suformuluoti tokie **pamatiniai integruoti tikslai:**
- žmonių sveikatos priežiūra ir nuolatinė jos apsauga;
- ligų ir traumų prevencija ir sergamumo mažinimas.

Strategijoje paskelbtos tokios trys pagrindinės moralinės vertybės:
- sveikata – neatsiejama kiekvieno žmogaus teisė;
- aktyvus bendruomenių, valstybinių institucijų, nevyriausybinių organizacijų, ūkinės veiklos sričių atstovų, skirtingų interesų žmonių grupių dalyvavimas ir bendradarbiavimas stiprinant visuomenės sveikatą;

- akcijų organizavimas teisumo ir solidarumo principams įtvirtinti visuomenėje.

Siekiant įgyvendinti strategiją „Sveikata visiems XXI amžiuje“, ji suskirstyta į tokias keturias dalis:

- Europos Regiono šalių ir atskirų šalių socialinių partnerių bendradarbiavimas įgyvendinant strategijos vertybes, principus ir tikslus;
- visuomenės sveikatos stiprinimo programos ir investicijos, orientuotos į ligų prevenciją ir asmens sveikatos priežiūros gerinimą;
- prioritetinė šeimos pirminės asmens ir visuomenės sveikatos priežiūros paslaugų bei infrastruktūros plėtra;
- visuomenės sveikatos stiprinimas gerinant gyvenamąją, darbo aplinką, sveikatinant vaikų ugdymo ir mokymo sąlygas.

Strategijoje „Sveikata visiems XXI amžiuje“ išskirtas dvidešimt vienas konkretus tikslas. Visi tikslai apibūdina aktualias visuomenės sveikatos problemas. Nustatyti kiekvieno tikslo pasiekimo uždaviniai, jų vykdymo terminai, tikslo pasiekimo kriterijai ir pasiektų parametrų dydžiai.

1 tikslas – bendradarbiavimas, siekiant gerinti Europos regiono šalių gyventojų sveikatą.

Skirtumas tarp šalių, kuriose yra didžiausia vidutinė gyvenimo trukmė ir kuriose ji yra mažiausia, turi būti sumažintas ne mažiau kaip trečdaliu.

Gyventojų sergamumas, negalios ir mirtingumas turi būti sumažinti daugiausiai tose šalyse, kuriose šie rodikliai yra blogiausi. Pagrindžiant šį tikslą, teigiama, kad tarp labiausiai nuskurdusių, mažiau išsilavinusių gyventojų piktybiniai navikai ir širdies bei kraujagyslių ligos yra paplitusios daugiau nei tarp pasiturinčių bei geresnį išsilavinimą turinčių žmonių. Taip pat pabrėžiama, kad Vakarų Europos šalyse moterys gyvena vidutiniškai 5–7 metais, Rytų Europos šalyse – 7–15 metų ilgiau nei vyrai. Kai kuriose Europos šalyse etninės mažumos, romai, pabėgėliai priklauso padidintos sveikatos rizikos grupėms.

2 tikslas – sveikatos priežiūros teisumas.

Gyventojų grupių sveikatos būklės skirtumai turi būti sumažinti mažiausiai ketvirtadaliu. Atitinkamai reikia sumažinti socialinio ir ekonominio gyvenimo lygio skirtumą, taip pat sumažinti žemiau skurdo ribos gyvenančių žmonių skaičių. Visų socialinių grupių gyventojai turi turėti vienodą teisę į prieinamas ir kokybiškas asmens ir visuomenės sveikatos priežiūros paslaugas. Pagal Pasaulio sveikatos organizacijos priežiūros ir apsaugos lygiateisiškumo principą Lietuvoje išskirta daugiau kaip 20 sveikatą lemiančių veiksnių, socialinių ir ekonominių rodiklių, į kuriuos reikia atsižvelgti planuojant sveikatos priežiūros paslaugų plėtrą.

Žmonių gyvenimas skirstomas į kritinius etapus – gimimą, perėjimą iš pradinio į vidurinio išsilavinimo mokyklą, baigiamuosius vidurinės mokyklos egzaminus, išvykimą iš tėvų namų, patekimą į darbo rinką, tėvystę, lėtinių ligų pradžią, pasitraukimą

iš darbo rinkos ir kt. Todėl strategijos „Sveikata visiems XXI amžiuje" tikslai ir uždaviniai apima skirtingus pagrindinius žmonių gyvenimo etapus.

3 tikslas – sveika gyvenimo pradžia.

Būtina pagerinti visų Europos regiono šalių naujagimių, kūdikių ir ikimokyklinio amžiaus vaikų sveikatą, užtikrinant sveiką gyvenimo pradžią. Kūdikių mirtingumas kiekvienoje šalyje turi būti ne didesnis kaip 20 iš 1 000 gimusių gyvų, siekiant, kad kūdikių mirtingumas būtų sumažintas iki 10 iš 1 000 gimusių gyvų.

Nelaimingų atsitikimų skaičius ir smurtas vaikų atžvilgiu turi būti sumažintas ne mažiau kaip per pusę. Ne mažiau kaip penktadaliu turi būti sumažintas vaikų skaičius, kurių kūno masė jiems gimus yra mažesnė kaip 2 500 g. Profilaktinė imunizacija turi būti atliekama ne mažiau kaip 95 % vaikų, ne mažiau kaip 60 % kūdikių pirmuosius šešis gyvenimo mėnesius turi būti žindomi motinos pienu.

Tikslo pasiekimo **kriterijai** – sumažėję kūdikių ir gimdyvių mirtingumo, įgimtų ligų rodikliai, vaikų imunizacija.

4 tikslas – jaunų žmonių sveikata.

Jauni Europos regiono šalių žmonės turi būti sveikesni ir geriau suvokę savo vaidmenį visuomenėje.

Vaikai ir jauni žmonės turi įgyti geresnių gyvenimo įgūdžių ir gebėjimą tausoti savo sveikatą.

Jaunų žmonių mirtingumas ir negalia, kurią lemia smurtas, nelaimingi atsitikimai, turi būti sumažinti mažiausiai 50 %.

Turi būti sumažintas vartojančių narkotikus, tabaką, alkoholį jaunų žmonių skaičius.

Bent trečdaliu turi būti sumažintas nepilnamečių nėštumų skaičius.

5 tikslas – sveikas senėjimas.

Turi būti siekiama mažiausiai 20 % padidinti žmonių, sulaukusių 65 metus, būsimo gyvenimo trukmę bei gyvenimo be negalios trukmę. Lietuvos gyventojų vidutinė gyvenimo trukmė 2010 m. turėtų pasiekti 73 metus.

Mažiausiai 50 % turėtų padidėti žmonių, sulaukusių 80 metų ir sveikai gyvenančių savo namuose, skaičius.

6 tikslas – psichinės sveikatos gerinimas.

Turi būti pagerinta psichosocialinė žmonių gerovė ir užtikrinta visavertė pagalba psichikos sveikatos problemų turintiems žmonėms. Mažiausiai trečdaliu turi būti sumažinta savižudybių. Tikslo pasiekimo kriterijai – savižudybių skaičiaus mažėjimas, šizofrenijos, sunkios depresijos, alkoholinės psichozės, potrauminių psichinių ir protinių sutrikimų paplitimo sumažėjimas.

7 tikslas – užkrečiamųjų ligų mažinimas.

Siekiant sumažinti sergamumą užkrečiamosiomis ligomis, Europos regiono šalyse turi būti sustabdytas poliomielito plitimas.

Turi būti likviduota naujagimių stabligė.

Visos Europos regiono šalys turi sumažinti sergamumą difterija, maliarija, kiaulyte, kokliušu.

Sumažinti naujų B hepatito (kepenų uždegimo) viruso nešiotojų skaičių, įtraukiant vakcinaciją nuo šios ligos į vaikų skiepijimo programą.

Kiekvienoje Europos regiono šalyje turi būti planuojamas ŽIV plitimo mažėjimas, kitų lytiniu būdu plintančių ligų, tuberkuliozės, vaikų ūminių kvėpavimo takų uždegimų, žarnyno infekcijų mažėjimas.

8 tikslas – neužkrečiamųjų ligų mažinimas.

Ne mažiau kaip 40 % sumažinti vyresnių kaip 65 metų žmonių mirtingumą dėl kraujotakos sistemos ligų.

Ne mažiau kaip 15 % sumažinti vyresnių kaip 65 metų žmonių mirtingumą dėl vėžio, 25 % sumažinti mirtingumą dėl plaučių vėžio.

Trečdaliu sumažinti cukraligės komplikacijas (galūnių amputacijas, aklumą, inkstų nepakankamumą, nėštumo komplikacijas).

Mažinti sergamumą lėtinėmis kvėpavimo takų ir kaulų bei raumenų ligomis.

Ne mažiau kaip 80 % vaikų turi būti be ėduonies, 12 metų vaikai gali turėti vidutiniškai ne daugiau kaip 1,5 išgedusio, trūkstamo arba užplombuoto danties.

Pagal planuojamus Lietuvos gyventojų sveikatos rodiklius iki 2010 m. numatoma 15 % sumažinti jaunesnių kaip 65 metų žmonių mirtingumą nuo širdies priepuolių ir insulto, tiek pat sumažinti mirtingumą dėl krūties bei plaučių vėžio.

9 tikslas – traumų dėl smurto ir nelaimingų atsitikimų mažinimas.

Mažiausiai 30 % sumažinti mirtingumą ir negalią dėl eismo įvykių.

Mažiausiai 50 % sumažinti mirtingumą ir negalią dėl nelaimingų atsitikimų darbe, buityje ir laisvalaikiu.

Mažiausiai 25 % turi būti sumažinta prievarta buityje.

Lietuvoje įdiegus traumatizmo prevencijos priemones, planuojama per pirmąjį XXI a. dešimtmetį trečdaliu sumažinti sveikatos sutrikimų skaičių dėl nelaimingų atsitikimų.

10 tikslas – sveika ir saugi fizinė aplinka.

Pagal nacionalinius aplinkos ir sveikatos veiksmų planus sumažinti gyventojų skaičių, kuriuos veikia pavojinga cheminė, biologinė, fizikinė tarša.

Užtikrinti, kad visiems žmonėms būtų prieinamas geros kokybės geriamasis vanduo.

Tikslo pasiekimo rodikliai – gyventojų skaičius, kurių namuose yra vandentiekis ir normas atitinkantis nuotekų šalinimas; žarnyno ūminių infekcijų išsami statistika; statistiniai duomenys apie aplinkos teršalus.

11 tikslas – sveikesnė elgsena.

Užtikrinti sveikesnę mitybos, fizinio aktyvumo, lytinio gyvenimo elgseną.

Užtikrinti sveiko maisto gamybą ir tiekimą į rinką, prieinamumą žmonėms. Turi pagerėti mitybos balansas, išnykti vitaminų ir mikroelementų stygius, padidėti produktų iš nemaltų grūdų, ankštinių kultūrų, daržovių ir vaisių vartojami kiekiai, sumažėti riebaus maisto vartojimas.

Tikslo pasiekimo kriterijai: nacionalinė maisto vartojimo ir kūno masės indekso statistika, fizinio aktyvumo ir lytinio elgesio įvertinimo duomenys.

12 tikslas – alkoholio, narkotikų ir tabako žalos mažinimas.

Visose Europos regiono šalyse neturi būti jaunesnių kaip 15 metų amžiaus rūkančiųjų, tarp vyresnių kaip 15 metų amžiaus žmonių nerūkančiųjų turi būti keturi penktadaliai.

Visose Europos regiono šalyse alkoholio neturi būti suvartojama daugiau kaip 6 litrai vienam gyventojui per metus, jaunimas turi visai nevartoti alkoholio.

Turi būti ketvirtadaliu sumažintas piktnaudžiavimas draudžiamais psichotropiniais vaistais, mirtingumas nuo narkotikų turi sumažėti per pusę.

13 tikslas – sveikatingumo judėjimai.

Iki 2015 m. Europos regiono šalių gyventojams turi būti sudarytos galimybės gyventi sveikoje fizinėje ir socialinėje aplinkoje – namuose, mokymo įstaigose, darbovietėse bei vietos bendruomenėse:

- turi būti užtikrinta gyvenamosios aplinkos sauga;
- turi būti įgyvendintos Jungtinių Tautų taisyklės ir standartai dėl neįgaliųjų lygių galimybių;
- būtina mažinti nelaimingų atsitikimų ir staigių ūmių susirgimų skaičių;
- ne mažiau kaip pusė vaikų turi būti ugdomi sveikatą stiprinančiose vaikų ikimokyklinio ugdymo įstaigose, 95 % vaikų turi mokytis sveikatą stiprinančiose mokyklose;
- mažiausiai pusė miestų, sričių, bendruomenių turi aktyviai dalyvauti sveikų miestų programose;
- mažiausiai 10 % vidutinių ir stambių kompanijų turi įsipareigoti laikytis sveikų kompanijų, įmonių principų.

Saugių namų samprata apima pagrindinių statinių saugos reikalavimų (apsaugos nuo triukšmo, gaisrinės, naudojimo saugos, higienos, sveikatos, aplinkos apsaugos) laikymąsi, išplėtotą inžinerinių tinklų, susisiekimo ir paslaugų objektų infrastruktūrą, išplėtotus socialinius ryšius tarp gyventojų. Akcentuojamas būtinumas rūpintis socialiai silpnomis gyventojų grupėmis, neįgaliaisiais, senyvo amžiaus, vienišais žmonėmis, vaikais.

Vaikų ikimokyklinio ugdymo ir mokymo įstaigose vaikams turi būti skiepijami sveikos gyvensenos (fizinio, psichinio ir socialinio aktyvumo, asmens higienos, sveiko maitinimosi ir kt.) įgūdžiai. Vaikų ugdymo ir mokymo įstaigų fizinė aplinka (mokymo patalpų mikroklimatas, oro kokybė), jų ugdymo ir mokymo procesų or-

ganizavimas (moksleivių darbo krūvis, tarpusavio santykiai) turi atitikti visuomenės sveikatos teisės aktų ir fiziologinius reikalavimus. Gerinant vaikų ugdymo ir mokymo patalpų fizinę aplinką ypač daug dėmesio turi būti kreipiama į tinkamą vaikų laikyseną, pakankamą patalpų apšvitą, jų veiksmingą vėdinimą. Tam, kad anglies dvideginio koncentracija mokymo patalpų ore būtų ne didesnė kaip 1 000 ppm, į jas rekomenduojama tiekti nuo 7 iki 10 *l*/s gryno pašildyto aplinkos oro, tenkančio vienam moksleiviui.

Sveikų miestų ir bendruomenių judėjimų pagrindiniai tikslai apima teritorijų planavimo optimizavimą, numatant racionalų jų paskirstymą, neužterštų vietų pasirinkimą gyvenamosioms, rekreacinėms teritorijoms, vandenvietėms, maudykloms ir kt., tyliųjų zonų, pėsčiųjų ir dviračių takų įrengimą, tinkamos atliekų tvarkymo sistemos sukūrimą, gyventojų aprūpinimą geros kokybės geriamuoju vandeniu, asmeninio ir viešojo transporto eismo srautų sutvarkymą ir kt.

Sveikos kompanijos arba įmonės socialiai atsakingo elgesio principai apima saugią darbo aplinką, sveiko darbo organizavimo ir darbo vietų įrengimo priemones, sveikatingumo mokymo programas, rizikos veiksnių šalinimą darbovietėse, gaminių saugos sveikatai vertinimą, indėlį į bendruomenės sveikatingumą ir socialinį vystymąsi.

14 tikslas – daugelio sektorių atsakomybė už valstybinės sveikatos politikos įgyvendinimą.

Priimant nacionalinius, vietinio lygmens teisės aktus, rengiant strateginius planus, plėtros ir vystymosi programas, teritorijų planavimo projektus, kitus sprendimus, susijusius su socialine bei ekonomine veikla visose ekonominės veiklos srityse, turi būti įvertintos galimo sprendimo pasekmės visuomenės sveikatai.

Šalyse turi būti sukurti procedūras reglamentuojantys dokumentai, kurie leistų atlikti teisės aktų, investicinių programų, planavimo ir kitų projektų sprendinių pasekmių strateginį vertinimą, apimant pasekmių aplinkai ir visuomenės sveikatai vertinimą.

Valstybinės ir savivaldos institucijos turi nustatyti savo atsakomybę ir atsakingos politikos modelius ir veiksmų prioritetus visuomenės sveikatos išsaugojimo ir stiprinimo srityje.

Siekiant suaktyvinti socialinių partnerių bendradarbiavimą, 1998 m. buvo paskelbta Veronos iniciatyva. Ji siekė sujungti skirtingų veiklos sričių jėgas priimant sprendimus, darančius įtaką visuomenės sveikatai. Ypač gerų socialinių partnerių bendradarbiavimo rezultatų pasiekta mažinant traumatizmą automobilių keliuose, gaminant ir tiekiant į rinką saugius sveikatai produktus, saugiai tvarkant atliekas, plėtojant turizmo paslaugas, formuojant mokesčių ir kitų ekonominių svertų politiką.

15 tikslas – integruotas sveikatos paslaugų sektorius.

Iki 2010 m. visiems Europos regiono šalių gyventojams turi būti užtikrinta prieinama pirminė sveikatos priežiūra. Jos prioritetu taps pirminis asmens ir visuomenės

sveikatos paslaugų teikimas šeimoms ir bendruomenių nariams. Šeimos sveikatos priežiūros įstaigos turi funkcionuoti sąveikaudamos su asmens sveikatos priežiūros stacionariomis įstaigomis, suskirstytomis į antrinio ir tretinio lygio paslaugų teikimo įstaigas.

Pagrindiniai integruoto sveikatos priežiūros paslaugų sektoriaus veiklos principai yra tokie:

- gyventojų teisė laisvai pasirinkti pirminės sveikatos priežiūros įstaigą ir šeimos gydytoją;
- sveikatos priežiūros paslaugų tęstinumas suteikiant pirmines ir specializuotas sveikatos priežiūros paslaugas;
- asmens ir visuomenės sveikatos priežiūros paslaugų suteikimas mokyklose ir darbovietėse;
- senyvo amžiaus žmonių, neįgaliųjų priežiūra ir jų medicininė reabilitacija namuose;
- žmonių medicininių konsultacijų sistemos sukūrimas (konsultacijos telefonu, apsilankant pas ligonius socialiniams darbuotojams, vaistinėse);
- atsakingas sveikatos priežiūros specialistų elgesys su pacientais ir atsakingas žmonių elgesys savo sveikatos atžvilgiu (savirūpos principo įgyvendinimas).

16 tikslas – sveikatos priežiūros paslaugų kokybės valdymas.

Visų Europos regiono šalių sveikatos priežiūros įstaigose turi būti įgyvendintos suteikiamų paslaugų kokybės valdymo sistemos. Sveikatos priežiūros paslaugų kokybė apima naujausių diagnozės ir moksliniais tyrimais pagrįstų gydymo metodų taikymą, jų efektyvumą, hospitalinių infekcijų ir gydymo komplikacijų vengimą, sveikatos priežiūros paslaugų standartų ir jų laikymosi kontrolės sistemos įgyvendinimą. Apie sveikatos priežiūros paslaugų kokybę galima spręsti nagrinėjant gyventojų sveikatos sugrąžinimo, išsaugojimo ir stiprinimo duomenis bei gyventojų atsiliepimus apie jiems suteiktas paslaugas.

17 ir 18 tikslai yra susiję su **sveikatos priežiūros sistemos pakankamu finansavimu,** racionaliu finansinių išteklių pasiskirstymu ir naudojimu, taip pat su sveikatos priežiūros specialistų išteklių užtikrinimu gyventojų sveikatos priežiūros reikmėms tenkinti. Pagal Lietuvos nacionalinės sveikatos koncepcijos ir Lietuvos Respublikos sveikatos sistemos įstatymo nuostatas, visuomeninis finansavimas sveikatos priežiūrai turi sudaryti ne mažiau kaip 5 % bendrojo vidaus produkto. Taip pat nustatyta, kad kasmetinis sveikatos priežiūros finansavimo didėjimas turėtų atitikti šalies bendrojo vidaus produkto augimą.

19 tikslas – mokslinių tyrimų rezultatų naudojimas gyventojų sveikatai gerinti.

Politika „Sveikata visiems XXI amžiuje“ nustato mokslinių tyrimų strategijų ir programų parengimo gaires imunologijos, medicininės genetikos, vaistingųjų medžiagų sintetinimo ir preparatų gamybos bei naudojimo srityse. „Mokslų žinios – sveikatai“ politika taip yra siejama su sveikatos informacinių sistemų, duomenų bankų

kūrimu, nuotolinės informacijos priemonių naudojimu sveikatos priežiūros įstaigų veikloje.

20 tikslas – **partnerių telkimas** sveikatos išsaugojimo ir stiprinimo tikslams siekti. Pagal politikos „Sveikata visiems XXI amžiuje" nuostatas į profesinę veiklą, susijusią su visuomenės sveikatos išsaugojimu ir stiprinimu, turi būti įtraukti įvairių sričių specialistai – teisininkai, ekonomistai, chemikai, inžinieriai, hidrogeologai, akustikos, teritorijų planavimo, šildymo, vėdinimo, vandentiekos sistemų projektavimo ir eksploatacijos specialistai, psichologai, pedagogai, viešųjų ryšių darbuotojai. Asmens ir visuomenės sveikatos įstaigų veiklą turi remti skirtingo lygmens politikai, verslo asociacijos, nevyriausybinės organizacijos ir bendruomenės.

21 tikslas – sveikatos visiems nacionalinių strategijų ir politikų formavimas bei jų įgyvendinimas apima trumpalaikės, vidutinės ir ilgalaikės politikos tikslų, jos diegimo objektų, vertinimo kriterijų, prioritetų nustatymą, veiksmų planų rengimą, teisės aktų politikai diegti priėmimą, veiksmų koordinavimą, jų vykdymo kontrolę ir pasekmių vertinimą.

4.3. Lietuvos gyventojų demografija ir sveikatos statistika, ekologinės kilmės bei profesinės ligos

Demografijos mokslas nagrinėja gyventojų skaičių, kitus rodiklius atskirų gyvenviečių šalių, regionų ir viso pasaulio mastu. Visos šalys registruoja gyventojų pasiskirstymą pagal amžių, lytį, užimtumą, išsimokslinimą, šeimyninę, socialinę padėtį, gyvenamąją vietą, gyventojų vidaus ir išorės migraciją, natūraliąją gyventojų kaitą.

Medicininė demografija nagrinėja tarpusavio ryšį tarp gyventojų sveikatos ir demografinių rodyklių pokyčių. **Pagrindiniai demografijos ir gyventojų sveikatos statistikos rodikliai yra tokie:**

- gimstamumo – gyvų gimusių kūdikių skaičius per metus tūkstančiui gyventojų;
- mirtingumo – mirusiųjų skaičius per metus tūkstančiui gyventojų;
- natūralaus gyventojų prieaugio – gimstamumo ir mirtingumo rodiklių skirtumas; kai gyventojų gimstamumo rodiklis yra didesnis kaip mirtingumo rodiklis, natūralus gyventojų prieaugis laikomas teigiamu, priešingu atveju jis laikomas neigiamu;
- vaisingumo – gyvų gimusių kūdikių skaičius per metus tūkstančiui vaisingo 15–49 metų amžiaus moterų;
- kūdikių mirtingumo – mirusių iki 1 metų vaikų skaičius per metus tūkstančiui gyvų gimusių tais pačiais metais kūdikių;
- gyventojų pirminio sergamumo – naujai išaiškintų tam tikros ligos arba ligų grupės atvejų skaičius per metus tarp šimto tūkstančių gyventojų;

- bendro sergamumo (ligotumo) – bendras visų susirgimų (susirgimų tam tikra liga) skaičius per metus šimtui tūkstančių gyventojų;
- pirminio invalidumo – pirmą kartą pripažintų neįgaliais žmonių skaičius per metus šimtui tūkstančių gyventojų;
- letalumo (mirštamumo) – mirusių per metus dėl tam tikros ligos žmonių skaičius tarp visų sirgusių ta pačia liga atvejų skaičiaus, procentais;
- vidutinės būsimo gyvenimo trukmės – vidutinis metų skaičius, liekantis gyventi asmenims nuo tam tikro amžiaus, jeigu išliktų esamo laikotarpio mirtingumo lygis [206];
- gyventojų senėjimo – 65 metų ir vyresnių žmonių skaičius procentais tarp visų gyventojų.

Visuomenės arba jos tam tikrų grupių sveikatą taip pat apibūdina vaikų fizinio ir psichinio išsivystymo rodikliai (naujagimių kūno masė, apsigimimai, kūno masės ir ūgio prieaugis pirmaisiais gyvenimo metais, vaikščiojimo ir bendravimo įgūdžių atsiradimas ir kt.), darbuotojų, dirbančių pagal darbo sutartį, sergamumas laikinai netekus darbingumo, moksleivių, studentų, privalomosios karinės tarnybos šauktinių sveikatos būklė, užkrečiamųjų, kraujotakos ligų, piktybinių navikų, nelaimingų atsitikimų ir kitų sveikatos sutrikimų paplitimas. Kai kurios gyventojų ligos yra tiesiogiai siejamos su nepalankių darbo aplinkos veiksnių (fizikinių, cheminių, biologinių, ergonominių) poveikiu. Tokios ligos vadinamos profesinėmis. Darbuotojų sveikatos būklei nagrinėti taikomi tokie sveikatos statistikos rodikliai:

- darbuotojų laikinojo nedarbingumo – laikinojo nedarbingumo dienų skaičius per metus šimtui tais pačiais metais įmonėje dirbusių darbuotojų;
- darbuotojų laikinojo nedarbingumo atvejų – laikinojo nedarbingumo atvejų skaičius per metus šimtui tais pačiais metais įmonėje dirbusių darbuotojų;
- profesinio sergamumo – pirmą kartą diagnozuotų profesinių ligų skaičius per metus tūkstančiui tais pačiais metais įmonėje (visose tam tikros ūkinės veiklos srities arba visose šalies įmonėse) dirbusių darbuotojų;
- darbuotojų traumatizmo dažnumo – nelaimingų atsitikimų darbe atvejų skaičius per metus tūkstančiui tais pačiais metais įmonėje dirbusių darbuotojų;
- darbuotojų traumatizmo laikinojo nedarbingumo – dėl nelaimingų atsitikimų darbe per metus netektų darbo dienų skaičius tūkstančiui tais pačiais metais įmonėje dirbusių darbuotojų;
- nelaimingų atsitikimų darbe sunkumo – dėl nelaimingų atsitikimų darbe netektų darbo dienų skaičiaus ir nelaimingų atsitikimų darbe atvejų skaičiaus santykis.

Pastaruoju metu ekonomiškai išsivysčiusiose šalyse didėjant vidutinei būsimo gyvenimo trukmei, imta skaičiuoti vidutinės būsimos sveikatos trukmės rodiklį. Apskaičiuojami vidutinės būsimo gyvenimo trukmės be ligų, be darbingumo netekimo, be neįgalumo rodikliai.

Lietuvos gyventojų demografinę ir medicinos statistiką kaupia ir analizuoja Lietuvos sveikatos statistikos centras, kuris kasmet leidžia informacinius leidinius [207]. Statistikos duomenimis, Lietuvoje 1996 m. gyveno 3601,6 tūkst. gyventojų, tarp jų 2430,6 tūkst. – miestuose, tai sudarė 67,5 % visų šalies gyventojų. Vyrų Lietuvoje gyveno 1693,7 tūkst. (47,0 %), moterų – 1907,9 tūkst. (53,0 %). Gimstamumo rodiklis siekė 10,8, mirtingumo – 11,9, gyventojų prieaugio rodiklis buvo neigiamas – 1,1. Demografinės situacijos blogėjimo tendencija tęsiasi ir prasidėjus naujajam šimtmečiui. Pagrindiniai naujausieji Lietuvos gyventojų demografinės statistikos duomenys pateikti 4.1 lentelėje.

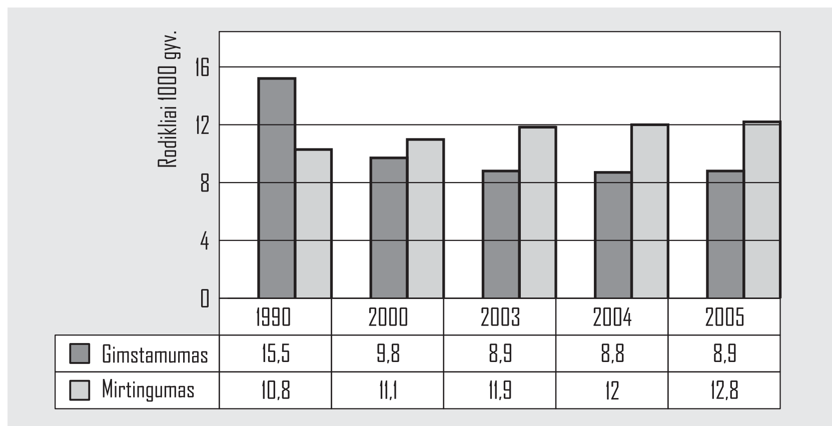
4.1 lentelė. Lietuvos gyventojų pagrindiniai 1990 − 2005 m. demografinės statistikos duomenys

Demografiniai duomenys	1990 m.	2000 m.	2003 m.	2004 m.	2005 m.
Gyventojų skaičius, tūkst.	3 697,8	3 499,5	3 454,2	3 435,6	3 414,3
Gimusiųjų skaičius	56 686	34 149	30 598	30 419	30 541
Mirusiųjų skaičius	39 760	38 919	40 990	41 340	43 779
Gimstamumas	15,4	9,8	8,9	8,8	8,9
Mirtingumas	10,8	11,1	11,9	12,0	12,8
Natūralus prieaugis	4,6	–1,3	–3,0	–3,2	–3,9
Mirė vaikų iki 1 m.	581	294	206	240	209
Kūdikių mirtingumas	10,25	8,5	6,8	7,9	6,9

Iš 4.1 lentelėje pateiktų duomenų išeina, kad 2005 m. Lietuvos gyventojų skaičius, palyginti su 1990 m., sumažėjo 283,5 tūkstančių, t. y. 7,7 %. Miestų gyventojų 2005 m. gyveno 9,3 % mažiau nei 1990 m., kaimo gyventojų – 3,3 % mažiau. Gimstamumo rodiklis iki 2004 m. nuosekliai mažėjo visais metais, ir 2005 m. jis buvo 6,5 procentiniais punktais mažesnis nei 1990 m. (4.2 pav.). Lietuvos gyventojų mirtingumas 1996−1999 m. kasmet mažėjo, tačiau nuo 2000 m. ėmė didėti ir 2004 m. 1,2 procentinio punkto viršijo 1996 m. mirtingumo rodiklį. Atitinkamai pablogėjo natūralaus gyventojų prieaugio rodiklis.

Gimstamumo rodiklis 2005 m., palyginti su 2004 m., padidėjo 0,1 punkto, tačiau gyventojų mirtingumas 0,8 punkto padidėjo. Todėl toliau mažėjo natūralus gyventojų prieaugis, palyginti su 2000 m., jis sumažėjo net 3 kartus.

Lietuvos gyventojų demografiniai rodikliai yra blogesni nei daugumos Europos šalių, taip pat blogesni nei visų Europos Sąjungos šalių ir daugumos iš 10 naujų Europos Sąjungos narių demografinių rodiklių vidutinės vertės. Pagal Europos gyventojų statistikos 2005 m. birželio mėn. paskelbtus duomenis Europos Sąjungos šalių



	1990	2000	2003	2004	2005
Gimstamumas	15,5	9,8	8,9	8,8	8,9
Mirtingumas	10,8	11,1	11,9	12	12,8

4.2 pav. Lietuvos gyventojų pagrindiniai 1990–2005 m. demografiniai rodikliai

gyventojų gimstamumo rodiklis 2004 m. buvo pasiekęs 10,3, t. y. 1,5 punkto didesnis nei mūsų šalies gimstamumo rodiklis. O Lietuvos gyventojų mirtingumo rodiklis net 2,2 punkto viršijo vidutinį Europos šalių gyventojų mirtingumo rodiklį.

Tačiau Lietuvos gyventojų demografinės statistikos rodikliai geresni nei Estijos ir Latvijos analogiški rodikliai. Estijos gyventojų neigiamas prieaugio rodiklis sudaro –3,8, Latvijos net –4,9. Teigiamas gyventojų prieaugis yra Airijoje, Danijoje, Jungtinėje Karalystėje, Ispanijoje, Nyderlanduose, Norvegijoje, Prancūzijoje, Suomijoje. Norvegijoje, Prancūzijoje, Airijoje yra palyginti dideli gimstamumo rodikliai – atitinkamai 12,4; 12,8; 15,5. Nyderlanduose, taip pat Airijoje registruojamas mažas gyventojų mirtingumas – atitinkamai 8,8 ir 7,6. O Baltarusijos, Rusijos, Ukrainos gyventojų statistikos rodikliai gali būti traktuojami kaip demografinė katastrofa. Šių šalių gyventojų neigiamas prieaugis siekė atitinkamai –5,4, –6,3 ir –7,5.

Lietuvos gyventojų nepalankios demografinės statistikos **pagrindinės priežastys** yra tokios:

- darbingo amžiaus, daugiausiai jaunų, vaisingo amžiaus žmonių emigracija į Europos Sąjungos ir kitas užsienio šalis;
- lėtai kylanti Lietuvos gyventojų gerovė;
- tam tikra šeimos instituto krizė, nepakankama valstybės parama daugiavaikėms šeimoms, jų nepopuliarumas visuomenėje;
- visuomenės sveikatos išsaugojimo ir stiprinimo politikos nepakankamas veiksmingumas.

Pagrindiniai veiksniai, darantys įtaką gimstamumui, – valstybės demografinė politika, šalies ekonominio išsivystymo, urbanizacijos lygis, etninės, kultūrinės, religinės tradicijos, moterų padėtis visuomenėje, požiūris į laisvą moterų apsisprendimą nutraukti nėštumą, teisiniai apribojimai šioje srityje. Lietuvoje 1996 m. užregistruota

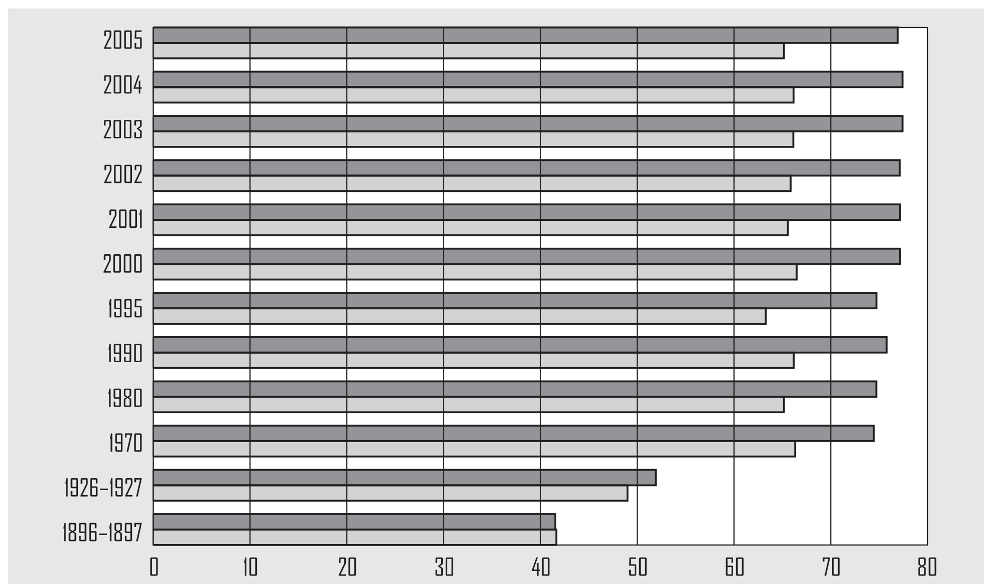
daugiau kaip 34 tūkst. nėštumo nutraukimo atvejų, tarp jų 81,3 % – moterų pageidavimu. 2004 m. užregistruota apie 16,8 tūkst. abortų, tarp jų pagal moterų norą – 62,9 %. Abortų skaičius nuo gimusių gyvų kūdikių skaičiaus 1996 m. sudarė 81,7 %, o 2004 m. – 55,2 %. Abortų sumažėjimui galėjo turėti įtakos atsakingesnis moterų požiūris į savo sveikatą, kontraceptinių, kartu lytiniu keliu plintančių ligų profilaktikos priemonių platesnis naudojimas. Taip pat teigiamą vaidmenį suvaidino jaunų žmonių sveikatos mokymas ir kitos profilaktikos priemonės.

Lietuvos gyventojų vidutinės būsimo gyvenimo trukmės duomenys pateikti 4.2 lentelėje ir 4.3 pav.

4.2 lentelė. Lietuvos gyventojų vidutinė būsimo gyvenimo trukmė 1896–2005 m.

Metai	Vyrai	Moterys
1896–1897	41,6	42,4
1926–1927	49,0	52,0
1970	66,7	74,9
1980	65,4	75,3
1990	66,5	76,3
1995	63,6	75,2
2000	66,8	77,5
2001	66,0	77,6
2002	66,2	77,6
2003	66,5	77,9
2004	66,4	77,8
2005	65,4	77,4

Visų Lietuvos gyventojų vidutinė būsimo gyvenimo trukmė 2000 m. sudarė 72,2 metų, 2001 m. – 71,8 metų, 2002 m. siekė 71,9 metų, 2003 m. – 72,2 metų, 2004 m. – 72,1 metų, 2005 m. – 71,3. Iš 4.2 lentelėje pateiktų duomenų matyti, kad Lietuvos vyrų vidutinė būsimo gyvenimo trukmė, pradedant nuo 1970 m., nuosekliai trumpėjo, tačiau nuo 1995 m. ėmė kiek didėti. Šalies moterų vidutinė būsimo gyvenimo trukmė 2005 m. buvo 2,5 m. ilgesnė nei 1970 m. ir net 12 metų ilgesnė nei vyrų būsimo gyvenimo trukmės vidurkis. Europos Sąjungos šalių vyrų vidutinės būsimo gyvenimo trukmės vidurkis 2000 m. sudarė 74,9 metų, moterų – 81,2 metų, 2003 m. – atitinkamai 75,6 ir 81,7 metų. Lietuvos moterų vidutinė būsimo gyvenimo trukmė 2000 m. buvo 3,7 metų trumpesnė nei Europos Sąjungos šalių moterų vidutinė būsimo gyvenimo

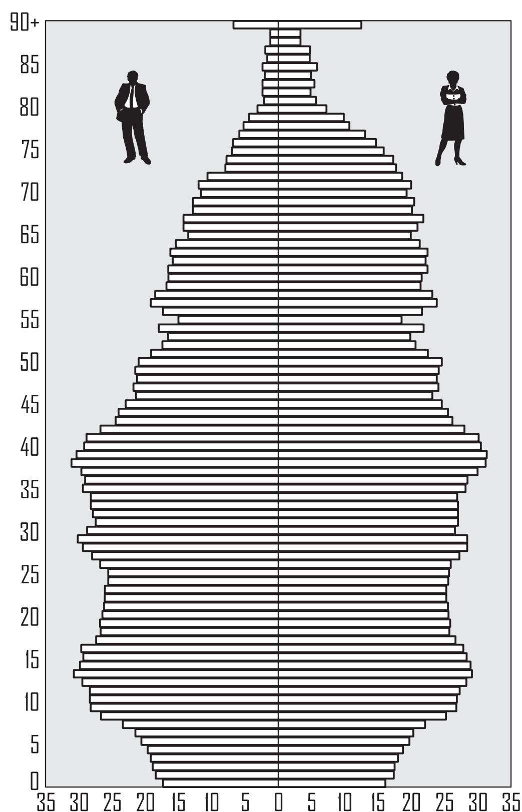


4.3 pav. Lietuvos gyventojų vidutinė būsimo gyvenimo trukmė 1896–2005 m.

trukmė. Lietuvos vyrų vidutinė būsimo gyvenimo trukmė tais pačiais metais buvo net 6,1 metų trumpesnė nei Europos Sąjungos šalių vyrų vidutinė būsimo gyvenimo trukmė. 2003 m. šio demografinio rodiklio skirtumai dar padidėjo ir siekė atitinkamai 3,8 metų ir 9,1 metų.

Pasaulio gyventojų vidutinė būsimo gyvenimo trukmė nuosekliai ilgėjo. XVIII a. ji siekė vos 28,5 metų, XIX a. sudarė 40,6 metų, 1970–1975 m. – 50,2 metų, 1997 m. pasiekė 66 metus. Pažymėtina, kad ekonomiškai išsivysčiusių šalių gyventojų vidutinė būsimo gyvenimo trukmė siekė – 77 metus, o besivystančių šalių gyventojai vidutiniškai gyveno 51 metus, t. y. net 26 metais trumpiau.

Demografiniu požiūriu jauna visuomenė laikoma, kai 65 metų ir vyresnio amžiaus žmonių visuomenėje yra mažiau kaip 4 %. Kai vyresnio amžiaus žmonių yra 4–7%, ji laikoma demografiškai subrendusi, kai tokių žmonių skaičius viršija 7 %, visuomenė traktuojama kaip demografiškai sena. Lietuva jau 1970 m. peržengė demografiškai senos visuomenės slenkstį, gyventojų senėjimo rodiklis siekė 9,9 % (vyrų – 8,0 %, moterų – 11,6 %), šio amžiaus pradžioje Lietuvos gyventojų senėjimo rodiklis priartėjo prie 15 % ribos, o 2003 m. ją viršijo. Vaikų iki 15 metų amžiaus 1970 m. buvo 27,0 % Lietuvos gyventojų, 1997 m. – 21,4 %, 2003 m. – 17,7 %. Darbingo amžiaus gyventojų Lietuvoje yra apie 60,9 %, pensininkų – daugiau kaip 20 %. Lietuvos gyventojų **demografinė piramidė** pateikta 4.4 pav. Iš piramidės formos galima nustatyti, kad šalies gyventojų sudėtis pagal amžių, tiek vyrų, tiek moterų, rodo aiškią



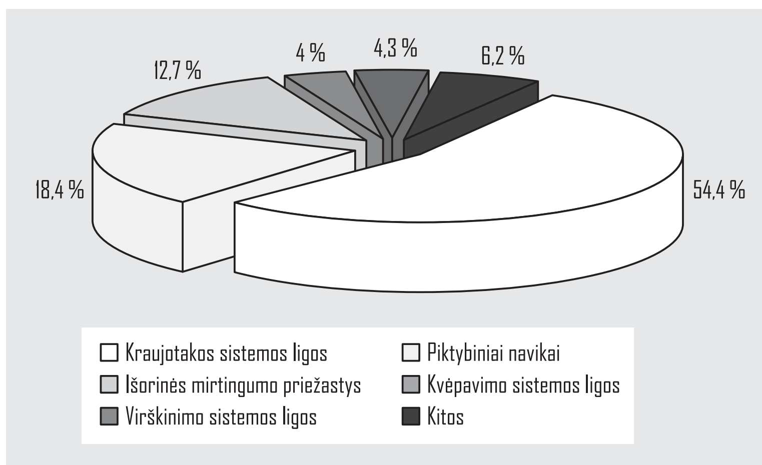
4.4 pav. Lietuvos gyventojų amžiaus struktūra [208]

visuomenės senėjimo tendenciją bei nepakankamą jos reprodukciją dėl nuoseklaus gimstamumo mažėjimo. Duomenys apie pagrindines Lietuvos gyventojų mirtingumo priežastis pateikti 4.3 lentelėje [207].

Pagal 4.3 lentelėje pateiktus duomenis daugiau kaip pusė Lietuvos gyventojų **mirčių priežasčių** yra kraujotakos organų ligos: širdies raumens infarktas, širdies

4.3 lentelė. Lietuvos gyventojų mirčių pasiskirstymas pagal priežastis, % skaičiuojant nuo visų mirčių atvejų [207]

Mirties priežastis	1970 m.	1997 m.	2000 m.	2002 m.	2004 m.	2005 m.
Kraujotakos sistemos ligos	46,4	55,3	53,8	54,3	54,5	54,4
Piktybiniai navikai	15,8	18,0	20,0	19,4	19,3	18,4
Išorinės mirtingumo priežastys	12,3	13,2	13,1	12,8	12,3	12,7
Kvėpavimo sistemos ligos	15,1	3,9	4,0	3,7	2,4	4,0

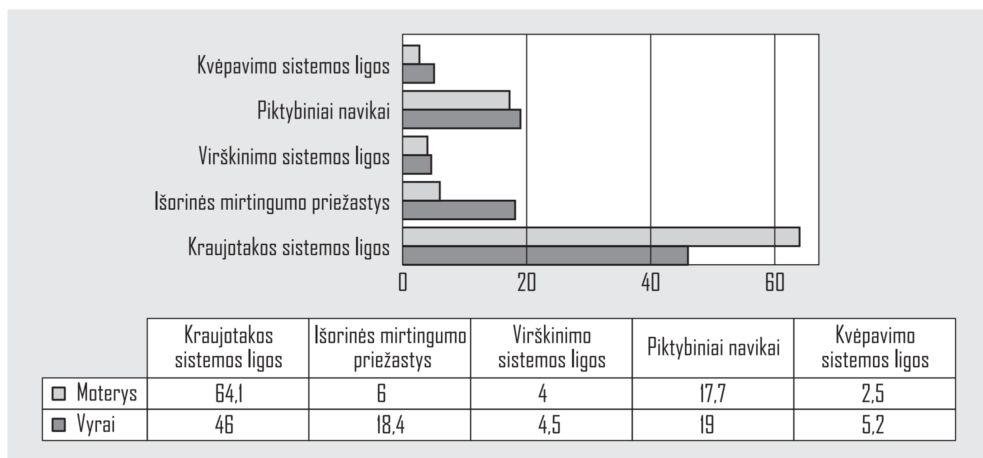


4.5 pav. Lietuvos gyventojų mirčių priežastys 2005 m. (visų mirčių %)

išeminės ligos priepuoliai, smegenų kraujagyslių ligos ir kt. (4.5 pav.). Apie penktadalį visų mirčių įvyksta dėl piktybinių navikų: plaučių, skrandžio, priešinės liaukos, moterų lyties organų, odos ir kt. Daugelį mirčių atvejų sukelia išorinės priežastys: nelaimingi atsitikimai automagistralėse, darbe, buityje, savižudybės, nužudymai. 2005 m. Lietuvoje užregistruota daugiau kaip 5,5 tūkst. mirčių dėl išorinių priežasčių, vien transporto įvykiuose žuvo 885 žmonės. Kitoms ligoms tenka 8,0–8,5 % visų mirčių atvejų, tarp jų daugiau kaip 2,0 % – kvėpavimo organų ligoms, 1 % – užkrečiamosioms ligoms, iš to skaičiaus apie pusę – plaučių tuberkuliozei, 0,7–0,9 % visų mirčių – endokrininės sistemos, nervų sistemos, šlapimo takų bei lyties organų ligoms. Lietuvos vyrų ir moterų mirtingumas dėl kai kurių ligų labai skiriasi. Vyrų apie penktadalio mirčių priežastis yra traumos ir kitos priverstinės mirtys, o moterų mirtingumo struktūroje mirtims dėl išorinių priežasčių tenka tik apie 6 %. Beveik du trečdaliai moterų mirčių įvyksta dėl kraujotakos ligų, vyrų mirtingumo struktūroje tokioms ligoms tenka mažiau nei pusė visų mirčių. Tačiau Lietuvos vyrų daug dažniau miršta dėl kvėpavimo sistemos organų ligų (4.4 lentelė ir 4.6 pav.).

4.4 lentelė. Lietuvos vyrų ir moterų 2005 m. mirtingumas pagal priežastis, % skaičiuojant nuo visų mirčių atvejų [207]

Mirties priežastis	Vyrai	Moterys
Kraujotakos sistemos ligos	46,0	64,1
Mirtingumo išorinės priežastys	18,4	6,0
Virškinimo sistemos ligos	4,5	4,0
Piktybiniai navikai	19,0	17,7
Kvėpavimo sistemos ligos	5,2	2,5



	Kraujotakos sistemos ligos	Išorinės mirtingumo priežastys	Virškinimo sistemos ligos	Piktybiniai navikai	Kvėpavimo sistemos ligos
◻ Moterys	64,1	6	4	17,7	2,5
◼ Vyrai	46	18,4	4,5	19	5,2

4.6 pav. Lietuvos vyrų ir moterų mirtingumo priežastys 2005 m. (visų mirčių %)

Užkrečiamųjų ligų procentas gyventojų mirtingumo struktūroje išsivysčiusiose pasaulio šalyse XX a. sumažėjo: JAV – nuo 18,3 % iki 0,8 %, Didžiojoje Britanijoje – nuo 19,1 % iki 0,7 %, Prancūzijoje – nuo 18,8 % iki 1,5 %. Mirtingumas dėl kraujotakos organų ligų padidėjo: JAV – nuo 16,9 % iki 53,5 %, Didžiojoje Britanijoje – nuo 14,0 % iki 51,5 %, Prancūzijoje – nuo 13,3 % iki 37,6 %, taip pat padidėjo mirtingumas dėl piktybinių navikų: JAV – nuo 3,5 % iki 18,0 %, Didžiojoje Britanijoje – nuo 4,6 % iki 20,6 %, Prancūzijoje – nuo 4,5 % iki 21,2 %, bei nelaimingų atsitikimų: JAV – nuo 4,6 % iki 8,4 %, Didžiojoje Britanijoje – nuo 3,7 % iki 3,8 %, Prancūzijoje – nuo 2,9 % iki 9,1 %. Besivystančių pasaulio šalių gyventojų mirtingumo struktūroje užkrečiamosioms ligoms tenka 14,4 %, išsivysčiusiose šalyse – 1,4 %, kraujotakos organų ligoms – atitinkamai 13,4 % ir 49,3 %, piktybiniams navikams – 4,9 % ir 19,7 %, kvėpavimo organų ligoms – 17,6 % ir 8,2 %, virškinimo organų ligoms – 9,7 % ir 4,6 %.

Kasmet apie 700 tūkst. Lietuvos gyventojų suserga ūminėmis užkrečiamosiomis ligomis, iš jų 2/3 tenka ūminėms kvėpavimo takų infekcijoms bei gripui. Kitos ūminės užkrečiamosios ligos: žarnyno infekcijos – dizenterija, salmoneliozė, vidurių šiltinė, erkinis encefalitas, taip pat vaikų užkrečiamos ligos – vėjaraupiai, raudoniukė, kiaulytė, skarlatina, tymai ir kt. Hospitalinės (ligoninių) infekcijos dažniausiai pasitaiko po sunkių operacijų reanimacijos skyriuose, taikant ligoniams diagnostikos ir gydymo procedūras. Dažniausiai pasitaikančios ligoninių infekcijos: plaučių uždegimas, šlapimo takų infekcijos.

Tuberkuliozė. Pasaulyje tuberkulioze kasmet suserga apie 8 mln. žmonių, iš jų daugiau kaip 3 mln. miršta. Lietuvoje per laikotarpį nuo 1970 m. iki 1990 m. sergamumas tuberkulioze sumažėjo nuo 96,2 ki 39,8 atvejų 100 tūkst. gyventojų. Tačiau

2005 m. sergamumo tuberkulioze rodiklis siekė 61,7 100 tūkst. gyventojų. Pasaulio sveikatos organizacijos (PSO) tuberkuliozės likvidavimo kriterijai – pirminis sergamumas turi būti ne didesnis kaip 10 susirgimo atvejų 100 tūkst. gyventojų, bendras sergamumas – 100 sergančių žmonių 100 tūkst. gyventojų, mirtingumas – ne didesnis kaip 2 atvejai 100 tūkst. gyventojų. Lietuvos sergamumo tuberkulioze rodikliai dar neatitinka PSO reikalavimų.

Lytiniu būdu plintančios ligos. Pasaulio sveikatos organizacijos duomenimis, sifiliu kasmet užsikrečia 12 mln. žmonių, gonorėja – 62 mln., chlamidioze – 89 mln. žmonių. Lietuvoje sergamumas sifiliu 1973–1979 m. siekė 39,3 atvejų 100 tūkst. gyventojų, 1990 m. – 1,9, 1996 m. – 101,4, 1997 m. – 84,5. XX a. paskutiniais metais ir XXI a. pradžioje sergamumas sifiliu ir gonorėja toliau mažėjo. 2004 m. užregistruoti 341 naujas sifilio atvejis, 2005 m. – 294 atvejai. Pirmasis ŽIV atvejis Lietuvoje užregistruotas 1988 m., kitas – po metų, 1997 m. diagnozuota 118 ŽIV atvejų, 2003 m. Lietuvoje buvo 785 infekuoti ŽIV asmenys, 2004 m. – 895, 2005 m. – 1 001, iš jų 50 diagnozuotas AIDS.

Piktybiniai navikai. Lietuvoje 2003 m. užregistruota daugiau kaip 15 tūkst. naujų susirgimų vėžiu. Sergamumas piktybiniais navikais kasmet padidėja 500–600 atvejų. Iš bendro susirgimų vėžiu atvejų skaičiaus 12,1 % tenka odos vėžiui, 11,6 % – plaučių ir trachėjos vėžiui, 9,6 % – krūties vėžiui, 7,4 % – skrandžio vėžiui. Vyrai daugiausia serga plaučių vėžiu (20,3 %), priešinės liaukos (11,3 %) bei skrandžio vėžiu (9,8 %). Moterims daugiausia diagnozuojamas krūties vėžys (17,7 %), odos vėžys (14,3 %), gimdos vėžys (7,1 %).

Psichinės ligos. 2005 m. pabaigoje Lietuvoje psichikos ligomis sirgo 92,4 tūkst. žmonių. Oficialiais duomenimis, Lietuvoje buvo daugiau kaip 4,5 tūkst. narkomanų. Tačiau plačiai pripažįstama, kad gydytojų narkologų pagalbos kreipiasi tiktai apie 10 % narkomanų. Todėl manoma, kad Lietuvoje narkotikus reguliariai vartoja keliasdešimt tūkst. žmonių.

Profesinės ligos. Valstybinės darbo inspekcijos duomenimis, Lietuvos įmonėse 2002 m. užregistruotas 801 profesinių ligų atvejis, 2003 m. – 808 atvejai, 2004 m. – 939 atvejai, 2005 m. – 1 380 atvejų. Taigi per pastaruosius trejus metus darbuotojų sergamumas profesinėmis ligomis padidėjo 1,7 karto. Atitinkamai padagėjo profesinėmis ligomis sirgusių darbuotojų skaičius. 2002 m. profesinės ligos diagnozė buvo nustatyta 469 asmenims, 2003 m. – 483, 2004 m. – 556, 2005 m. – 891 darbuotojui. Apie 90 % sirgusių profesinėmis ligomis – vyrai. Pagrindinės profesinių ligų priežastys – jungiamojo audinio ir skeleto raumenų sistemos ligos, kurioms teko 41,2 % visų 2005 m. užregistruotų profesinių ligų, ausies ligos sudarė 34,6 %, nervų sistemos ligos – 18,9 %, kvėpavimo sistemos ligos – 2 %. Dėl fizikinių profesinės rizikos veiksnių (triukšmo, vibracijos) poveikio 2005 m. užregistruota 85,7 % visų profesinių ligų. Kitos profesinių ligų priežastys – raumenų ir sausgyslių įtampa dirbant sunkų fizinį darbą. Šiam profesinės rizikos veiksniui 2005 m. atiteko 11,4 % diagnozuotų

profesinių ligų atvejų. 1,2 % profesinių ligų sukėlė dulkės, 1,2 % – cheminiai profesinės rizikos veiksniai. Taip pat pasitaikė profesinių užkrečiamųjų ligų. Profesinės ligos dažniausiai buvo susijusios su klausos sutrikimais dėl akustinio triukšmo darbo aplinkoje poveikio, raumenų, sąnarių, sausgyslių pakenkimais dėl įtempto ir varginančio darbo. Kitos dažnai pasitaikiusios ligos – vibracinė liga, nervų sistemos sutrikimai. Lietuvos apdraustųjų darbuotojų profesinio sergamumo 2004 m. rodiklis sudarė 76,6 šimtui tūkstančių (10^5) apdraustųjų. Žemės ūkyje jis siekė 706,8, kasybos ir karjerų eksploatacijos įmonėse – 500,0, žuvininkystėje – 353,8, statybose – 335,1, elektros, dujų, vandens tiekimo įmonėse – 113,6. 2005 m. įregistruotas profesines ligas suskirsčius pagal ekonomines veikos sritis, nustatyta, kad 29 % jų užregistruota žemės ir miško ūkyje, 22 % – statyboje, tiek pat apdirbamosios pramonės įmonėse, 12 % – transporto įmonėse. Apie trys ketvirtadaliai profesinių ligų pasitaikė vairuotojams ir kilnojamųjų įrenginių operatoriams [209].

Ekologinės kilmės ligos yra siejamos su nepalankių aplinkos veiksnių poveikiu žmonių sveikatai. Tokiais veiksniais laikomos gamtos anomalijos, susijusios su klimato kaita (karščiai, sausros, viesulai, potvyniai), geosferų antropogeniniai teršalai, technogeninės avarijos ir katastrofos, urbanizacijos pasekmės: padidėjęs gyventojų tankis, transporto ir kitų šaltinių skleidžiamas triukšmas, psichologinė įtampa, profesinis ir buitinis stresas, nesveika gyvensena, nepalankios socialinės ekonominės sąlygos (nedarbas, skurdas, prastas būstas, nepakankamas išsilavinimas). Visuomenės dalies socialinė atskirtis daro reikšmingą įtaką tuberkuliozei, lytiniu keliu plintančioms ligoms, narkomanijai, su alkoholizmu bei rūkymu susijusioms ligoms, savižudybėms, smurtinės kilmės traumoms daugėti.

Šiuolaikinėje visuomenėje didelę įtaką gyventojų sergamumui turi žmonių gyvensena, mitybos įpročiai, neatsakingas jų požiūris į savo sveikatą, motyvacijos stoka ją saugoti, su sveikata nesusijusių prioritetų pasirinkimas (taikstymasis su nepriimtina profesine rizika, fizinio aktyvumo vengimas, materialinių vertybių vaikymasis, piktnaudžiavimas alkoholiu, rūkymas, narkotikų vartojimas ir kt.). Sveikatą kaip dominuojančią vertybę pripažįsta mažiau kaip pusė apklaustų jaunų žmonių. R. Kalėdienė ir kt., cituodami Lietuvos mokslininkų tyrimų duomenis, teigia, kad 52,4 % kaimo vyrų ir 39,4 % kaimo moterų maistui gaminti vartoja kiaulienos taukus. Tik 13,5–16,0 % Lietuvos gyventojų kasdien mankštinasi, 52,1–53,7 % vyrų ir 16,2–16,8 % suaugusių moterų rūko. Kiekvienas Lietuvos gyventojas per metus suvartoja apie 10 litrų stipriųjų alkoholinių gėrimų.

Lietuvos gyventojų reprezentacinę imtį apklausius apie svarbiausias sergamumo priežastis, daugiau kaip pusė respondentų pagrindiniais sveikatai kenkiančiais veiksniais laiko stresą, pervargimą darbe, sunkias gyvenimo sąlygas [204].

J. Petrauskienė ir kt., sukaupę duomenis apie Lietuvos teritorijos skirtingų vietovių aplinkos oro užtaršą kenksmingų medžiagų dujomis ir kietosiomis dalelėmis ir išnagrinėję gyventojų sergamumo vėžinėmis ligomis statistiką, apskaičiavo vėžio riziką, susijusią su skirtingų teršalų poveikiu (4.5 lentelė).

4.5 lentelė. Aplinkos oro teršalų kancerogeninio poveikio rizika

Teršalas	Vėžio lokalizacija					
	stemplė	skrandis	gaubtinė žarna	tiesioji žarna	gerklos	plaučiai
Azoto oksidai	0,40	0,17	0,6	0,49	0,09	0,05
Sieros dioksidas	0,17	0,56	0,34	0,12	0,90	0,60
Benzpirenas	0,06	0,001	0,13	0,10	0,54	0,98
Kietosios dalelės	0,98	0,30	0,62	0,28	0,33	0,015

Iš 4.5 lentelėje pateiktų duomenų matyti, kad pagrindiniai aplinkos oro teršalai sukelia tam tikrą riziką susirgti įvairių organų vėžiu. Su azoto oksidų ir kietųjų dalelių poveikiu daugiausia yra susijusi plaučių vėžio rizika. Benzpirenas didžiausią riziką kelia skrandžiui ir odai. Autorių nuomone, didesnis sergamumas skrandžio vėžiu Vakarų Lietuvoje yra susijęs su gamtinio magnio stoka geriamajame vandenyje (vidutiniškai 19,8 mg/*l*). Centrinėje Lietuvos dalyje magnio koncentracija geriamajame vandenyje vidutiniškai sudaro 40,2 mg/*l*. Sergamumo skrandžio vėžiu skirtumas tarp atitinkamų rajonų gyventojų buvo statistiškai reikšmingas ($R = –0,39$, $p < 0,005$). Skrandžio vėžio paplitimui taip pat turėjo įtakos magnio kiekis dirvožemyje [210].

5. Visuomenės sveikatos priežiūros valstybinis reguliavimas, aplinkos sveikatinimo ir visuomenės sveikatos išsaugojimo bei stiprinimo strategijos

5.1. Visuomenės sveikatos priežiūros valstybinis reguliavimas

Lietuvos valstybėje įgyvendinant Lietuvos Respublikos Konstituciją, Lietuvos Respublikos įstatymus, užtikrinama organizacinių, teisinių, ekonominių, techninių, socialinių ir medicinos veiksmų visuma. Valstybės garantuojami veiksmai skirti nepalankiems visuomenės sveikatai antropogeniniams rizikos veiksniams kiek įmanoma mažinti. Formuojant valstybinę politiką visuomenės sveikatos stiprinimo srityje, įgyvendinami Lietuvos aukščiausių valdžios institucijų ratifikuoti tarptautiniai dokumentai – Jungtinių Tautų konvencijos, protokolai, strategijos, programos, taip pat į Lietuvos teisę perkeliamos Europos Sąjungos direktyvų nuostatos.

Valstybė, siekdama užtikrinti gyventojų konstitucinę teisę į sveikatos išsaugojimą, laiko visuomenės sveikatos priežiūrą prioritetine politikos formavimo ir jos įgyvendinimo sritimi.

Pagrindinis visuomenės sveikatos valstybinės priežiūros tikslas – formuoti ir įgyvendinti šalies gyventojų visuomenės sveikatos išsaugojimo ir stiprinimo politiką. Valstybinės politikos tikslų įgyvendinimas, didinant visuomenės sveikatos potencialą, apima gyventojų socialinės ekonominės ir dvasinės gerovės gerinimą skiriant prioritetus sveikai jaunai kartai ugdyti, daugiausia paplitusių ligų, tarp jų – kraujotakos, psichinės sveikatos sutrikimų, piktybinių navikų, nelaimingų atsitikimų – veiksmingų prevencijos priemonių sistemai sukurti ir diegti. Valstybinė žmonių visuomenės sveikatos išsaugojimo ir stiprinimo politika taip pat apima produktų ir paslaugų saugos kontrolę, visuomenės sveikatos stebėseną, priežiūrą ir ekspertizę.

Visuomenės sveikatos išsaugojimo ir stiprinimo politikos diegimo priemonės apima užkrečiamųjų ligų, narkomanijos, alkoholizmo, rūkymo profilaktikos ir kontrolės tikslinių programų vykdymą. Valstybinės politikos sėkmės kriterijai, siekiant išsaugoti gyventojų sveikatą, tai demografinės situacijos šalyje gerėjimas, gyventojų vidutinės būsimo gyvenimo trukmės didėjimas.

Valstybė laiduoja tokias pagrindines **užkrečiamųjų ligų prevencijos ir kontrolės priemones:**

- užkrečiamąsias ligas sukeliančių mikroorganizmų norminimą aplinkos komponentuose;
- profilaktinių skiepijimų nuo užkrečiamųjų ligų programų parengimą ir vykdymą;

- užkrečiamųjų ligų privalomą registraciją, statistinių duomenų nagrinėjimą ir paskleidimą;
- asmens sveikatos priežiūros paslaugų teikimą ligoniams, sergantiems užkrečiamosiomis ligomis;
- užkrečiamųjų ligų židinių epidemiologinius tyrimus ir priešepideminių priemonių norminimą bei vykdymą;
- asmenų, kurių darbas yra reikšmingas epidemiologiniu požiūriu (vandens tiekimas, maisto produktų gamyba ir prekyba, vaikų ugdymas, ligonių priežiūra), profilaktinio sveikatos tikrinimo reglamentavimą;
- dezinfekcijos medžiagų ir preparatų veiksmingumo valstybinę ekspertizę;
- priešepideminio režimo laikymosi valstybinę kontrolę;
- mokslo tiriamųjų darbų užkrečiamųjų ligų profilaktikos srityje rėmimą;
- informacijos apie epidemiologinę situaciją Lietuvoje ir kitose šalyse nagrinėjimą ir kt.

Valstybė užtikrina tokias pagrindines **neinfekcinių ligų ir traumų prevencijos ir kontrolės** priemones:

- teisės aktų, ribojančių rūkymą, narkotikų apyvartą, prekybą alkoholiniais gėrimais ir rūkalais, priėmimą ir jų vykdymo kontrolę;
- neinfekcinių ligų ir traumų medicininės statistikos, kai kurių ligų valstybinių registrų steigimą ir finansavimą;
- visuomenės sveikatai žalingų veiksnių valstybinį valdymą;
- neinfekcinių ligų ir traumų prevencijos bei kontrolės valstybinių programų rengimą ir finansavimą;
- saugios gyvenamosios, darbo ir rekreacinės aplinkos reikalavimų nustatymą;
- teritorijų planavimo, statybos projektavimo, ūkinės veiklos, produktų ir paslaugų visuomenės sveikatos išsaugojimo aspektu reglamentavimą;
- valstybinės visuomenės sveikatos saugos ir visuomenės sveikatos stebėsenos reglamentavimą ir vykdymą;
- ekonominių svertų, skatinančių veiklą, susijusią su visuomenės sveikatos išsaugojimu ir stiprinimu, taikymą;
- sveikos gyvensenos propagavimą, sveikų miestų, sveikų vaikų ugdymo ir mokymo įstaigų plėtros ir geros patirties rėmimą ir kt.

Pagal Lietuvos Respublikos visuomenės sveikatos priežiūros įstatymo nuostatas valstybė pagrindiniais visuomenės sveikatos priežiūros principais laiko jos visuotinumą, prieinamumą, mokslinį pagrįstumą, visuomenės sveikatai naudingos ūkinės veiklos rėmimą, visuomenės sveikatai žalingos veiklos draudimą ar ribojimą, taip pat žalos atlyginimą Civilinio kodekso nustatyta tvarka.

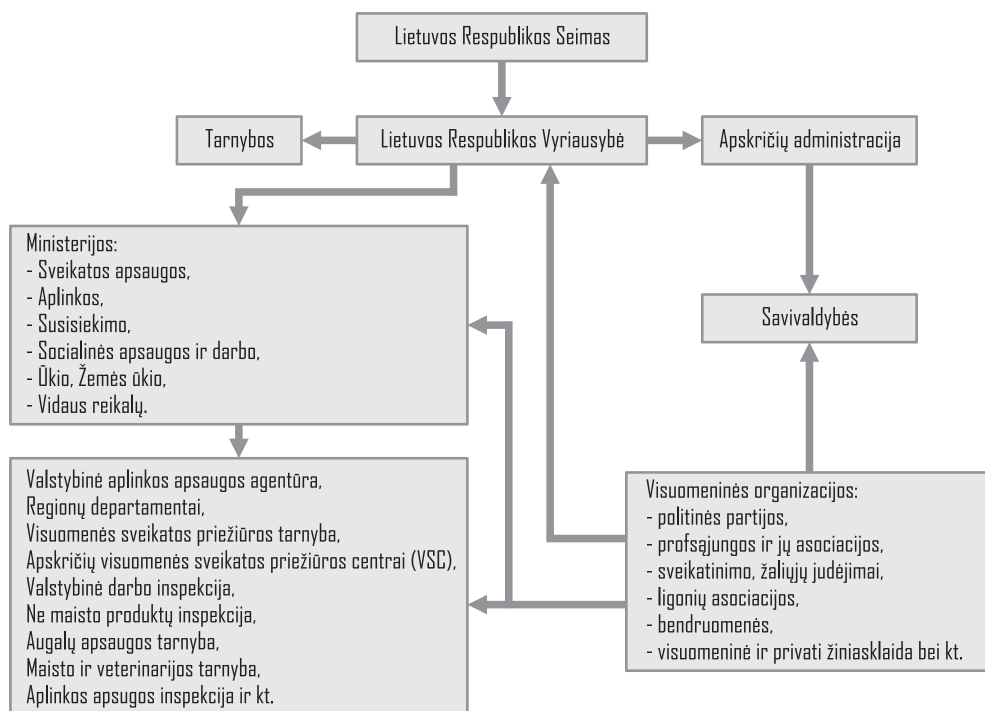
Visuomenės sveikatos priežiūros valstybinis reguliavimas apima:

- valstybės valdymo, savivaldos institucijų, ūkio subjektų funkcijų ir atsakomybės nustatymą, jų bendradarbiavimo koordinavimą, nacionalinių strategijų,

programų, tarp jų – valstybinio visuomenės sveikatos monitoringo programos finansavimą;
- strateginio planavimo dokumentų priemonių planų įgyvendinimo kontrolę, teisės aktų ir viešojo administravimo įstaigų sistemos sukūrimą;
- valstybės laiduojamų visuomenės sveikatos priežiūros paslaugų nomenklatūros sudarymą, jų teikimo struktūrų įsteigimą ir išteklių užtikrinimą;
- nevyriausybinių organizacijų veiklos skatinimą ir rėmimą;
- fizinių asmenų teisių ir atsakomybės išsaugant ir stiprinant asmens ir visuomenės sveikatą nustatymą;
- visuomenės sveikatos priežiūros specialistų rengimą, jų veiklos licencijavimą.

Visuomenės sveikatos priežiūros valstybinį reguliavimą pagal kompetenciją vykdo Lietuvos Respublikos Seimas, Vyriausybė, ministerijos, ministerijoms pavaldžios institucijos (departamentai, tarnybos, agentūros, inspekcijos), apskričių ir savivaldybių administracijos. Įgyvendinant valstybinę visuomenės sveikatos išsaugojimo ir stiprinimo politiką aktyviai dalyvauja visuomeninės organizacijos ir gyventojų bendruomenės (5.1 pav.).

Lietuvos Respublikos Seimas, vykdydamas visuomenės sveikatos priežiūros valstybinio reguliavimo funkcijas, ratifikuoja Jungtinių Tautų konvencijas, tarptau-



5.1 pav. Visuomenės sveikatos priežiūros valstybinio reguliavimo institucijų schema

tinius ir tarpvalstybinius susitarimus, inicijuoja įstatymų rengimą, svarsto ir priima įstatymus, tvirtina Nacionalinę sveikatos programą, skirsto valstybės biudžeto lėšas valstybės politikai formuoti ir jai įgyvendinti, bendradarbiauja su kitų šalių parlamentais, išklauso ir apsvarsto Nacionalinės visuomenės sveikatos tarybos metinę ataskaitą. Vykdo Vyriausybės institucijų veiklos parlamentinę kontrolę.

Lietuvos Respublikos Vyriausybė formuoja visuomenės sveikatos priežiūros politiką, nustato jos prioritetines kryptis, tvirtina Nacionalinę visuomenės sveikatos priežiūros strategiją, Nacionalinį aplinkos ir sveikatos veiksmų planą ir jo įgyvendinimo priemonių programą, tvirtina valstybines programas, tarp jų – valstybinio visuomenės sveikatos priežiūros stebėsenos (monitoringo) programą, finansuoja jų vykdymą, pagal savo kompetenciją tvirtina teisės aktus, nustato ministerijų, kitų pavaldžių ir atskaitingų Vyriausybei institucijų funkcijas, organizuoja ir koordinuoja jų bendradarbiavimą, kontroliuoja valstybės lėšų, skirtų visuomenės sveikatos politikai įgyvendinti, naudojimą. Vykdo kitas Vyriausybės kompetencijai priskirtas funkcijas.

Sveikatos apsaugos ministerija organizuoja ir koordinuoja Nacionalinės sveikatos programos, Visuomenės sveikatos priežiūros strategijos, kitų valstybinių programų, numatančių visuomenės sveikatos išsaugojimą ir stiprinimą, vykdymą; nustato nekenksmingus žmonių sveikatai cheminių, fizikinių veiksnių, biologinių medžiagų ribinius dydžius aplinkos komponentuose, gyvenamojoje, darbo aplinkoje; leidžia visuomenės sveikatos priežiūros teisės aktus, pagal kompetenciją vykdo jų atžvilgiu viešąjį administravimą; organizuoja užkrečiamųjų ligų kontrolės, profilaktikos, priešepideminių priemonių vykdymą; pagal kompetenciją įgyvendina valstybinę radiacinės saugos, triukšmo, nuodingųjų cheminių medžiagų ir preparatų valdymo politiką; formuoja sveikos gyvensenos, sveiko vaikų ugdymo, sveiko maisto ir mitybos, darbo medicinos politikos principus; formuoja valstybinę politiką, koordinuoja jos įgyvendinimą ribojant narkotikų apyvartą, alkoholio vartojimą bei rūkymą.

Sveikatos apsaugos ministerija taip pat organizuoja ir vykdo valstybinę visuomenės sveikatos stebėseną (monitoringą), nustato ūkinės veiklos poveikio visuomenės sveikatai vertinimo, visuomenės sveikatos saugos ekspertizės tvarką, sveikatos ir higienos reikalavimus statiniams, vartojamų prekių saugos sveikatai reikalavimus, organizuoja gyventojų sveikatos mokymą ir sveikatos žinių sklaidą, vykdo kitas funkcijas išsaugant ir stiprinant visuomenės sveikatą.

Aplinkos ministerija, dalyvaudama vykdant valstybinę visuomenės sveikatos išsaugojimo politiką, organizuoja Lietuvos teritorijos bendrojo plano ir jo įgyvendinimo priemonių rengimą ir siekia sukurti harmoningą bei sveiką aplinką, užtikrinti gerą gyvenimo kokybę, nustato reikalavimus planuojamos ūkinės veiklos poveikio aplinkai vertinti, koordinuoja vertinimo subjektų veiklą; nustato didžiausius ribinius išmetamųjų teršalų kiekius į aplinkos orą, reikalavimus oro kokybei; vykdo valstybinį aplinkos oro kokybės monitoringą; organizuoja geriamojo vandens požeminių telkinių paiešką, nustato paviršinių vandens telkinių ir vandenviečių apsaugos juostų

ribas; nustato reikalavimus buitinių, įmonių užterštų, lietaus nuotekų valymui; išduoda taršos integruotos prevencijos ir kontrolės bei gamtos išteklių naudojimo leidimus; reglamentuoja genetiškai modifikuotų organizmų apgalvotą išleidimą į aplinką, produktų įvežimą ir tiekimą į Lietuvos rinką; reglamentuoja atliekų tvarkymą; informuoja gyventojus apie teršalų pavojingų koncentracijų aplinkos komponentuose dydžius; reglamentuoja visuomenės dalyvavimą, svarstant teritorijų planavimo, statybos projektus, kitą planuojamą ūkinę veiklą; vykdo kitas įstatymuose numatytas funkcijas.

Žemės ūkio ministerija organizuoja naujų pesticidų, kitų augalų apsaugos produktų įvertinimą jų veiksmingumo, visuomenės sveikatos ir aplinkos apsaugos aspektais, reglamentuoja jų tiekimą į Lietuvos rinką, kontroliuoja naudojimą pagal aplinkos apsaugos ir visuomenės sveikatos priežiūros teisės aktų reikalavimus; nustato reikalavimus ekologinei žemdirbystei; vykdo tausojamosios žemdirbystės politiką aktyvaus karsto teritorijoje; skatina geriausių gamybos būdų diegimą žemdirbystėje ir gyvulininkystėje vykdant Europos Sąjungos nitratų direktyvą ir kt.

Ūkio ministerija organizuoja atsinaujinančių energijos šaltinių paiešką ir jų naudojimą; skatina šiluminį efektą sukeliančių dujų išmetimo į aplinką mažinimą; kontroliuoja būtinųjų ne maisto produktų, tiekiamų į Lietuvos rinką, platinimą; vykdo pavojingų įmonių ir pavojingų įrenginių, eksploatuojamų įmonėse, priežiūrą ir kt.

Susisiekimo ministerija registruoja eismo įvykius ir nelaimingus atsitikimus keliuose, analizuoja jų priežastis, organizuoja prevencinių priemonių įgyvendinimą; įgyvendina valstybės politiką mažinant su autotransporto eismu susijusią cheminę ir fizinę taršą, kontroliuoja oro transporto skrydžių saugą, nustato reikalavimus ribojant orlaivių skleidžiamą triukšmą; įgyvendina visuomenės sveikatos saugos reikalavimus, susijusius su judriųjų ryšių bazinių stočių ir kitų radiotechnikos objektų statyba ir eksploatacija.

Socialinės apsaugos ir darbo ministerija formuoja valstybinę darbuotojų saugos ir sveikatos, nelaimingų atsitikimų darbe ir profesinių ligų prevencijos politiką bei ją įgyvendina; tvirtina teisės aktus, reglamentuojančius technologinių procesų, įrenginių saugos ir sveikatos reikalavimus, nustato darbo ir poilsio laiko trukmės reikalavimus; kartu su Sveikatos apsaugos ministerija reglamentuoja profesinės rizikos veiksnius, nustato jų tyrimo ir vertinimo tvarką; nustato darbuotojų saugos ir sveikatos reikalavimus gaminant, saugant ir naudojant pavojingąsias chemines medžiagas ir preparatus; vykdo nelaimingų atsitikimų darbe ir profesinių ligų apskaitą, tiria jų priežastis; reglamentuoja nėščių, neseniai pagimdžiusių, krūtimi maitinančių moterų, jaunų asmenų, neįgalių darbuotojų darbo sąlygas; kontroliuoja, kaip laikomasi darbuotojų saugos ir sveikatos teisės aktų reikalavimų, vykdo susijusias viešojo administravimo funkcijas ir kt.

Valstybinė maisto ir veterinarijos tarnyba nustato saugos sveikatai reikalavimus maistinių žaliavų gamybai, jų tiekimui į rinką; reglamentuoja maistinių žaliavų ir maisto produktų įvežimą į Lietuvos teritoriją, nustato jų importo apribojimus; kontro-

liuoja maistinių žaliavų, maisto produktų gamybos, prekybos, viešojo maitinimo įmonių ūkinę veiklą; atlieka maistinių žaliavų ir maisto produktų mikrobinio ir cheminio užterštumo tyrimus, nagrinėja susijusius gyventojų skundus; organizuoja žaliavinio vartojamojo vandens kokybės tyrimus bei jo šaltinių valstybinį monitoringą.

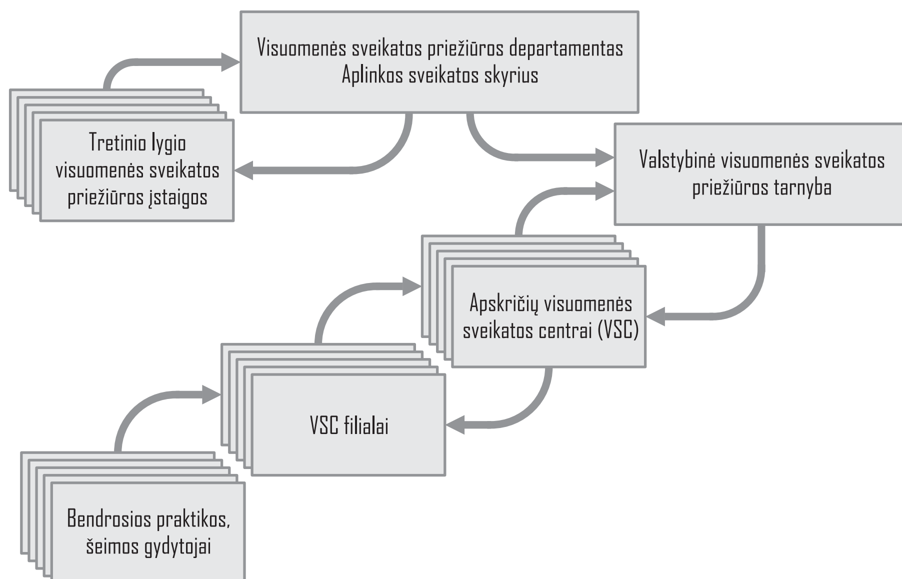
Apskričių administracijos ir savivaldybės pagal turimą kompetenciją planuoja ir įgyvendina visuomenės sveikatos išsaugojimo ir stiprinimo priemones, regioninės plėtros programas, valdomų teritorijų planavimo projektus, ribodamos aplinką teršiančią ūkio subjektų veiklą, vykdydamos savivaldybės aplinkos ir visuomenės sveikatos monitoringą, plėtodamos asmens ir visuomenės sveikatos priežiūros įstaigų tinklą, remdamos gyventojų apsirūpinimo būstu, jų aprūpinimo geros kokybės geriamuoju vandeniu programas, kurdamos komunalinių atliekų, antrinių žaliavų surinkimo sistemas, dalyvaudamos tarptautinėje „Sveikų miestų" ir kitose sveikatinimo programose, plėtodamos miestų, miestelių, gyvenviečių ir kaimų teritorijų susisiekimo, inžinerinių įrenginių, tinklų, vaikų ugdymo, mokymo įstaigų, infrastruktūrą.

Pagal Lietuvos Respublikos visuomenės sveikatos priežiūros įstatymą visuomenės sveikatos priežiūros paslaugų struktūra suskirstyta į tris lygius – pirminį, antrinį ir tretinį. Pirminės visuomenės sveikatos priežiūros paslaugos suteikiamos savivaldybės lygmeniu kartu su asmens sveikatos priežiūros paslaugomis. Jas teikia šeimos gydytojai, vykdydami ligų profilaktiką bei gyventojų sveikatos mokymą. Savivaldybė taip pat gali įsteigti visuomenės sveikatos priežiūros padalinį (biurą). Antrinė visuomenės sveikatos priežiūra organizuojama apskrityse valstybės lygiu. Visuomenės sveikatos priežiūros centrų darbui vadovauja ir jų veiklą koordinuoja Valstybinė visuomenės sveikatos priežiūros tarnyba prie Sveikatos apsaugos ministerijos. Tretinio visuomenės sveikatos priežiūros paslaugų lygmens teikimo funkcijas vykdo specializuotos visuomenės sveikatos priežiūros įstaigos.

Sveikatos apsaugos ministerijos Higienos institutas vykdo mokslinio tyrimo darbus, darbo medicinos, asmens sveikatos priežiūros įstaigų higienos, užkrečiamųjų ligų ir neinfekcinių susirgimų epidemiologijos srityse, organizuoja ir vykdo visuomenės sveikatos priežiūros specialistų kvalifikacijos tobulinimą; organizuoja ir dalyvauja vykdant valstybines bei iš kitų šaltinių finansuojamas programas; valdo valstybinį profesinių ligų registrą; dalyvauja rengiant visuomenės sveikatos priežiūros teisės aktus.

Visuomenės sveikatos priežiūros valstybinės politikos įgyvendinimą koordinuoja Sveikatos apsaugos ministerijos Visuomenės sveikatos departamentas ir šio departamento skyriai, tarp jų – Aplinkos sveikatos skyrius. Visuomenės sveikatos priežiūros institucijų schema pateikta 5.2 pav.

Pagal Vakarų Europos šalių aplinkos sveikatos įstaigų (*Environmental health services*) veiklos modelį jos pagrindinį dėmesį skiria politikai formuoti, esamai situacijai vertinti, rizikai visuomenės sveikatai identifikuoti, socialiniams veiksniams vertinti, prioritetinėms darbo kryptims pasirinkti ir atitinkamų veiksmų planams rengti. Aplinkos sveikatos įstaigos daug dėmesio skiria aktyviam bendradarbiavimui su sociali-



5.2 pav. Visuomenės sveikatos priežiūros valstybinių institucijų valdymo schema

niais partneriais ir visuomene. Jų veikla grindžiama šešiais privalomais elementais, kurie lyg ir turi atsakyti į tokius klausimus: kas atsitiko, kodėl, kaip strategiškai paveikti susiklosčiusią situaciją, kurios lygmens įstaigos atsakomybė imtis reikalingų veiksmų, kas turi būti padaryta, kokie specialistai gali atlikti reikalingus darbus? Atlikus numatytus darbus ir vėl atsakoma į pirmąjį klausimą – kas atsitiko? Taip užbaigiamas veiksmų ciklas [211]. Tokia veiklos schema leidžia aplinkos sveikatos įstaigoms nuosekliai spręsti aktualias visuomenės sveikatos priežiūros problemas, imtis darbo tik gerai išnagrinėjus problemų esmę, mastą, įvertinus savo galimybes ir nuolat bendraujant su visuomene.

5.2. Cheminių medžiagų valdymas – norminimas, priežiūra, kontrolė

Lietuvos Respublikos teisės aktai reguliuoja visus ūkinės komercinės veiklos aspektus, susijusius su cheminių medžiagų ir preparatų įvežimu į Lietuvą, jų apyvarta vidaus rinkoje, profesionaliu naudojimu, naujų cheminių medžiagų ir preparatų gamyba. Teisės aktuose daug dėmesio kreipiama į toksiškų ir kitų pavojingųjų cheminių medžiagų naudojimo ribojimui. Lietuvos teisės aktuose nustatyti pavojingųjų cheminių medžiagų ir preparatų klasifikacijos ir ženklinimo, jų poveikio visuomenės svei-

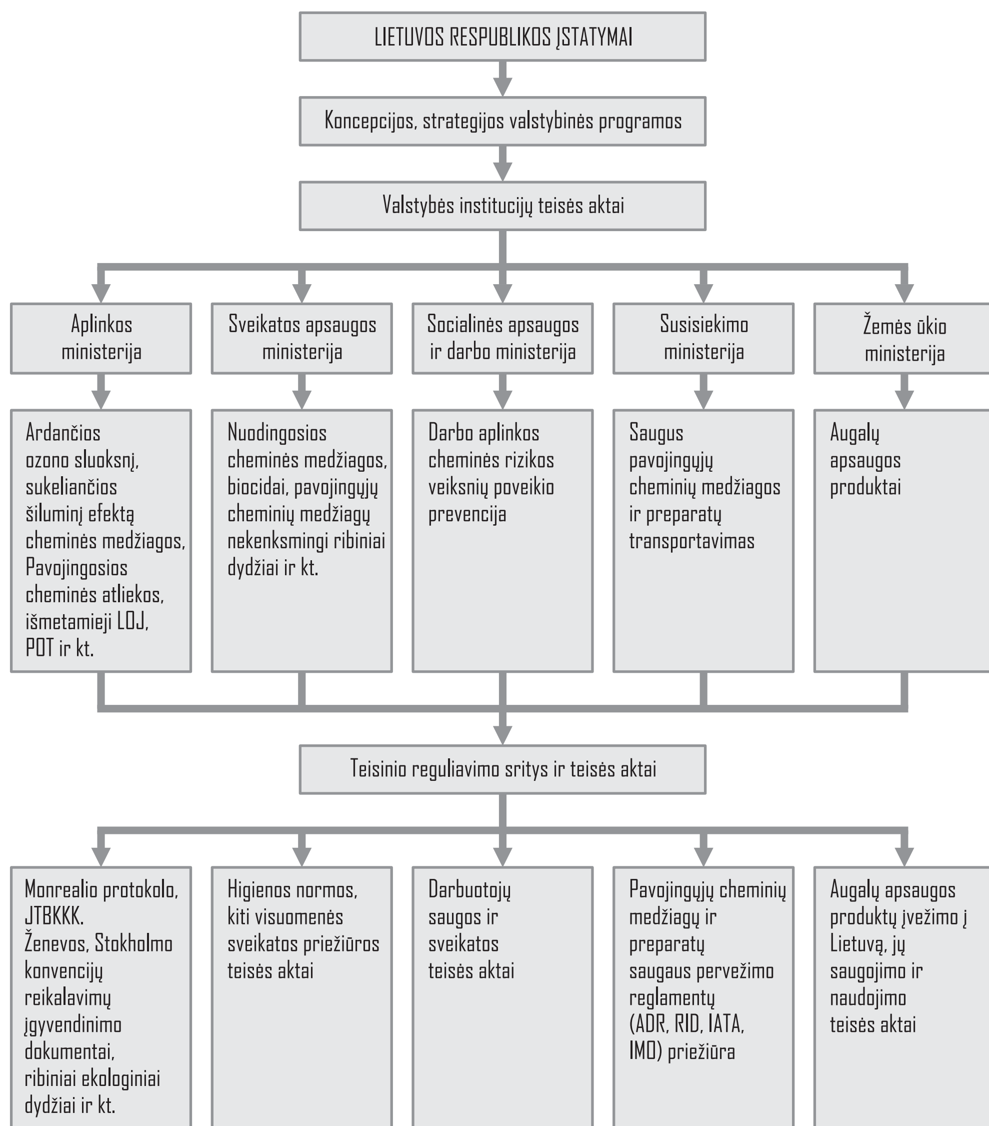
katai ekspertizės reikalavimai. Įsteigtas nacionalinis pavojingųjų cheminių medžiagų registras, nustatyta informacijos apie chemines medžiagas platinimo tvarka. Teisės aktai numato ūkinės veiklos, susijusios su pavojingosiomis (tarp jų – nuodingosiomis) medžiagomis valstybinį reguliavimą – privalomos registracijos, autorizacijos, leidimų ūkinei veiklai išdavimo procedūras ir kt. Nustatyti cheminių teršalų nepavojingi aplinkai ir nekenksmingi žmonių sveikatai ribiniai dydžiai aplinkos komponentuose, gyvenamojoje, darbo aplinkoje, geriamajame vandenyje, maisto produktuose.

Lietuvos nepriklausomybės metais – nuo 1991 m. iki 2004 m. – cheminių medžiagų saugos ir poveikio žmonių sveikatai teisinio reguliavimo srityje priimti 153 norminiai teisės aktai. Tarp jų 14 % – įstatymai, 20 % – vyriausybės nutarimai, 29 % – sveikatos apsaugos ministro įsakymai, 23 % – aplinkos ministro įsakymai [129]. Kompetenciją dalyvauti valdant chemines medžiagas taip pat turi Socialinės apsaugos ir darbo, Susisiekimo, Ūkio, Žemės ūkio, kitos ministerijos ir tarnybos.

Pavojingųjų cheminių medžiagų ir preparatų valstybinio reguliavimo principinė schema pateikta 5.3 pav. Pažymėtina, kad sprendžiant daugelį cheminių medžiagų valdymo problemų būtinas valstybinių institucijų tarpusavio bendradarbiavimas, taip pat bendradarbiavimas su socialiniais partneriais ir tarptautinėmis organizacijomis. Sveikatos apsaugos ministerija kartu su Aplinkos ministerija nustato pavojingųjų cheminių medžiagų ir preparatų klasifikavimo ir ženklinimo tvarką, kartu su Socialinės apsaugos ir darbo ministerija reglamentuoja profesinės rizikos, susijusios su cheminių veiksnių poveikiu, tyrimą, vertinimą ir prevencijos priemonių taikymą. Augalų apsaugos produktų tiekimo į Lietuvos rinką ir jų saugaus žmonių sveikatai naudojimo klausimai sprendžiami visuomenės sveikatos specialistams bendradarbiaujant su žemės ūkio ir kitų sričių specialistais.

Lietuvos Respublikos cheminių medžiagų ir preparatų įstatymas reguliuoja visuomeninius santykius cheminių medžiagų klasifikavimo, pakavimo, ženklinimo, rizikos vertinimo aplinkai ir žmonių sveikatos srityse. Įstatymas nustato juridinių ir fizinių asmenų teises bei pareigas apskaitant chemines medžiagas ir preparatus, ribojant jų tiekimą į rinką, informuojant visuomenę apie galimą jų poveikį žmonių sveikatai bei prevencijos priemones. Įstatyme apibrėžtos pagrindinės šio teisės akto reguliuojamos sąvokos, išvardytos valstybinio valdymo institucijos, pagal savo kompetenciją atsakingos už cheminių medžiagų ir preparatų valdymą. Tai Aplinkos, Sveikatos apsaugos, Socialinės apsaugos ir darbo, Ūkio, Žemės ūkio ministerijos, joms pavaldžios tarnybos, taip pat savivaldos institucijos.

Pagal Įstatymo reikalavimus fiziniai ir juridiniai asmenys privalo imtis priemonių kiek įmanoma vengti arba mažinti nepalankų cheminių medžiagų ir preparatų poveikį, turėti informaciją apie jų savybes ir tiekti ją profesionalams bei plačiajai visuomenei. Nustatytos prievolės pranešti apie naujas chemines medžiagas ir preparatus, įvertinti jų riziką žmonių sveikatai ir aplinkai, juos atitinkamai suklasifikuoti ir paženklinti prekybai tiekiamas pakuotes.



5.3 pav. Pavojingųjų cheminių medžiagų ir preparatų valstybinio valdymo principinė schema

Įstatymas reglamentuoja visuomeninius santykius, susijusius su ūkinės komercinės veiklos licencijavimu, tyrimo laboratorijų akreditavimu, audito veikla. Nustatytas draudimas įsigyti, parduoti ar kitaip perleisti toksiškas chemines medžiagas ir preparatus negavus Lietuvos Respublikos Vyriausybės įgaliotos institucijos leidimo. Įstatyme nustatyti cheminių medžiagų ir preparatų tvarkymo valstybinės kontrolės principai ir atitinkamų institucijų įgaliojimai.

Lietuvos Respublikos nuodingųjų medžiagų kontrolės įstatyme nustatyta, kad nuodingosiomis medžiagomis turi būti laikomos toksiškos, labai toksiškos, kancerogeninės, mutageninės, toksiškos reprodukcijai cheminės medžiagos ir preparatai (toliau – nuodingosios cheminės medžiagos). Nustatyta, kad informacija apie nuodingąsias chemines medžiagas kaupiama pavojingųjų cheminių medžiagų ir preparatų registre. Pagal įstatymo reikalavimus nuodingąsias medžiagas tiekti į rinką gali asmenys, turintys tinkamas patalpas, inžinerines technines bei apsaugos priemones. Jie turi turėti pakankamai žinių, susijusių su nuodingųjų cheminių medžiagų savybėmis, avarijų vengimo ir jų pasekmių likvidavimo priemonėmis, pirmosios medicinos pagalbos suteikimu ūminio apsinuodijimo atveju. Įstatyme nustatyti apribojimai verstis nuodingųjų cheminių medžiagų prekyba, taip pat norinčiųjų su tokiomis medžiagomis dirbti sveikatos kontrolės bei darbuotojų mokymo reikalavimai.

Nuodingųjų medžiagų pagal toksiškumą sąraše, kurį tvirtina Sveikatos apsaugos ministras, yra per 1,4 tūkst. cheminių medžiagų, tarp jų – naftos perdirbimo produktai, akmens anglių degutas, akmens anglių deguto alyvos, dervos, distiliatai, sunkieji metalai ir jų druskos, metanolis, formaldehidas, amoniakas, asbestas, bromas, chloras, fluoras, amonio ir natrio fluoridai bei daugelis kitų medžiagų.

Nuodingųjų medžiagų poveikio visuomenės sveikatai ekspertizė atliekama pagal Lietuvos Respublikos Vyriausybės nustatytos tvarkos reikalavimus. Ekspertizės būtinumas atsiranda, kai dėl cheminės medžiagos poveikio nukentėjo žmonių sveikata, užregistruoti mirtini apsinuodijimo atvejai arba ketinama įvežti į šalį didesnį kancerogenų, mutagenų arba toksiškų reprodukcijai cheminių medžiagų kiekį. Poveikio visuomenės sveikatai ekspertizė taip pat atliekama įvykus avarijai, kurios pasekmės sukėlė grėsmę žmonių sveikatai ar gyvybei.

Cheminių medžiagų ir preparatų, galinčių sukelti pavojų žmogaus sveikatai ir aplinkai, poveikis tiriamas pagal Lietuvos Respublikos sveikatos apsaugos ir aplinkos ministrų patvirtinto teisės akto reikalavimus.

Žmonių sveikatai arba aplinkai pavojingos cheminės medžiagos turi būti nustatyta tvarka suklasifikuotos ir paženklintos. Pavojingosios cheminės medžiagos suklasifikuotos, atsižvelgus į jų toksiškumo, kenksmingumo, ardomojo, dirginamojo, jautrinamojo, oksiduojamojo poveikio, taip pat sprogstamumo, degumo, poveikio vandens ekosistemoms kriterijus, taip pat pagal ozono sluoksnį ardančias bei kitas aplinkai nepalankaus poveikio savybes. Suklasifikuotų pavojingųjų cheminių medžiagų sąrašuose nurodyti jų pavadinimai, Europos Bendrijos (EB), cheminės klasifikacijos (CAS) kodai bei indeksai, pateikti **klasifikavimo ir ženklinimo reikalavimai**.

Pavojingų žmonių sveikatai ar aplinkai cheminių medžiagų ir preparatų gamintojai, vežėjai, platintojai kartu su pirmąja prekių partija profesionaliam naudotojui – juridiniam asmeniui, besiverčiančiam cheminių produktų prekyba ar juos naudojančiam, turi pateikti **produkto saugos duomenų lapą.** Saugos duomenų lapai pildomi visoms pavojingosioms cheminėms medžiagoms, taip pat preparatams, kuriuose yra

pavojingųjų žmonių sveikatai ar aplinkai komponentų, atsižvelgus į kiekį procentais nuo skystojo preparato masės arba dujinio preparato tūrio. Pavojingųjų komponentų koncentracijos arba koncentracijų ribos nurodomos, jei jų koncentracija nedujiniame preparate yra ne mažesnė kaip 1 % preparato masės, dujiniame preparate – ne mažesnė kaip 0,2 % preparato tūrio. Reikalaujama, kad informacija apie cheminę medžiagą ar preparatą turi būti surašyta aiškia suprantama kalba, jos vertimas į lietuvių kalbą turi visiškai atitikti svetimos kalbos dokumento versiją.

Saugos duomenų lapo informacija nėra konfidenciali, todėl jį pildantis asmuo turi atsakyti į visus klausimus, susijusius su cheminės medžiagos ar preparato keliamu pavojumi žmonių sveikatai ir aplinkai bei priemonėmis rizikai išvengti arba ją kiek įmanoma sumažinti. Saugos duomenų lapo informacija apima tris aspektus – darbuotojų saugos ir sveikatos, priešgaisrinės saugos ir aplinkos apsaugos. Saugos duomenų lape yra 16 skyrių, kuriuose apie cheminę medžiagą ar preparatą pateikiami tokie duomenys:

- gamintojo, platintojo arba kito tiekėjo į rinką pavadinimas, kiti identifikavimo duomenys, produkto paskirtis;
- empirinė formulė, molekulinė masė, pavojingieji komponentai (komponentų identifikavimo kodai, jų procentinė dalis preparate, ženklinimo reikalavimai);
- galimi pavojai įkvėpus, prarijus, patekus ant odos, pirmosios medicinos pagalbos, priešgaisrinės bei avarijų likvidavimo veiksmai ir priemonės;
- fizikinės ir cheminės savybės, stabilumas, cheminis aktyvumas, toksiškumas, ekotoksiškumas, sandėliavimo ir naudojimo reikalavimai, poveikio prevencijos priemonės;
- atliekų tvarkymo, saugaus vežimo autotransportu, geležinkeliu, oro bei vandens transportu reikalavimai;
- produkto pakuotės etiketės ženklinimo reikalavimai, teisės aktai, reglamentuojantys produkto naudojimo ribojimą, darbuotojų saugą ir sveikatą, atliekų tvarkymą ir kt.

Cheminės medžiagos, preparato tiekėjas į rinką, pildantis saugos duomenų lapą, privalo, atsiradus naujos informacijos apie tiekiamą produktą, atitinkamai atnaujinti saugos duomenų lapą ir profesionaliam naudotojui pateikti pataisytą ir papildytą jo versiją. Pavojingųjų cheminių medžiagų ir preparatų pakuočių reikalavimai taip pat nustatyti atitinkamu Aplinkos ministro įsakymo patvirtintu teisės aktu.

Pagal **Pavojingųjų cheminių medžiagų registro** nuostatų reikalavimus visi pavojingųjų cheminių medžiagų vežėjai ir gamintojai privalo registrą valdančiai institucijai pranešti apie įvežamos arba gaminamos pavojingosios cheminės medžiagos kiekį, jos savybes, susijusias su galimu poveikiu žmonių sveikatai ir aplinkai. Registro valdytojas, įregistravęs registro objekto duomenis, nekonfidencialią informaciją gali perduoti tiek suinteresuotoms valstybinės institucijoms, tiek juridiniams bei fiziniams asmenims.

Labai toksiškos ir toksiškos cheminės medžiagos, taip pat preparatai, kuriuose esama tokių medžiagų, negali būti naudojami žaislams, kosmetikos ir asmens higienos, tekstilės gaminiams, statybos produktams, kitoms būtinosioms prekėms gaminti. Pagal Lietuvos higienos normos HN 36:2002 „Draudžiamos ir ribojamos medžiagos" reikalavimus draudimai ir ribojimai naudoti nustatyti benzenui, jo turintiems naftos produktams, polichlorintiesiems bifenilams, asbesto pluoštui, švino, arseno, chromo, gyvsidabrio junginiams, alavo organiniams junginiams, kadmiui, nikeliui ir kitoms nuodingosioms cheminėms medžiagoms [72]. Taip pat ribojamas cheminių medžiagų naudojimas augalų apsaugos produktams ir kosmetikos gaminiams gaminti.

Lietuvos Respublikos Vyriausybė savo nutarimu apribojo asbesto ir jo turinčių gaminių importą, gamybą ir naudojimą, aplinkos ministras patvirtino „Aplinkos taršos asbestu prevencijos ir mažinimo taisykles". Nustatyti darbuotojų saugos ir sveikatos reikalavimai dirbant su asbestu ir jo gaminiais.

Patvariuosius organinius teršalus reglamentuoja 2004 m. balandžio 29 d. patvirtintas Europos Parlamento ir Tarybos Reglamentas 850/2004/EB, kuris įsigaliojo 2004 m. gegužės 20 d. Pagal Reglamento reikalavimus patvariuosius organinius teršalus draudžiama gaminti, įvežti į Lietuvos teritoriją ir jas naudoti.

Remdamasis darbuotojų apsaugos nuo cheminių veiksnių darbe nuostatų reikalavimais, darbdavys privalo identifikuoti cheminių veiksnių keliamą profesinei sveikatai riziką, organizuoti cheminių veiksnių darbo aplinkoje tyrimą bei profesinės rizikos įvertinimą, informuoti darbuotojus apie įvertinimo rezultatus, imtis priemonių nepriimtinai rizikai išvengti arba ją pašalinti, organizuoti darbuotojų sveikatos profilaktinius tikrinimus ir prireikus užtikrinti jų sveikatinimo bei profesinės reabilitacijos priemonių įgyvendinimą.

Europos Komisija 2003 m. spalio 29 d. pasiūlė naują cheminių medžiagų valdymo ***REACH* sistemą,** kuri įsigaliojo 2007 m. Santrumpą *REACH* sudaro keturi angliški žodžiai: *Registration* (Registracija), *Evaluation* (Vertinimas), *Authorization* (Valdymas), *Restriction* (Ribojimas), *Chemicals* (Cheminės medžiagos). Pagrindiniai ***REACH* sistemos principai**:

- **draudžiama** tiekti į rinką chemines medžiagas, apie kurias **nėra pakankamai duomenų**;
- **gamintojas privalo įrodyti**, kad cheminė medžiaga yra saugi naudoti numatytu būdu;
- **atsakomybės** už saugų cheminių medžiagų naudojimą pasiskirstymas tiekimo grandinėje – importuotojas, platintojas, prekybos ūkio subjektas;
- atsižvelgimas į visą **cheminės medžiagos būvio ciklą** – žaliava, tarpinis produktas, galutinis produktas, atlieka;
- prievolė taikyti **atsargumo principą**, atsižvelgus į cheminės medžiagos naudojimo blogiausių pasekmių tikimybę;
- atsargumo reikalavimų atitiktis cheminės medžiagos **keliamą riziką žmonių sveikatai ir aplinkai**;

- pavojų keliančių cheminių medžiagų **privaloma autorizacija**;
- **bendrų reikalavimų taikymas** visoms cheminėms medžiagoms ir visoms šalims narėms;
- **skaidri, lengvai prieinama informacija**, susijusi su cheminėmis medžiagomis.

Pagrindiniai *REACH* sistemos elementai:

- autorizacija – cheminių medžiagų leidimų išdavimas gaminti, įvežti į šalį, tiekti į rinką – turi apimti visas riziką žmonių sveikatai ir aplinkai keliančias chemines medžiagas;
- pavojingųjų cheminių medžiagų naudojimo apribojimo sistemos taikymas;
- išankstinė registracija, informacijos perdavimas visoje cheminės medžiagos tiekimo grandinėje;
- agentūros įsteigimas *REACH* sistemai valdyti.

REACH sistemos pasiūlymo formatas – šešios knygos. Pagrindiniai *REACH* formato skyriai: reglamentas, aiškinamasis memorandumas, cheminių medžiagų fizikinių cheminių savybių tyrimų metodai, toksiškumo ir kitokio poveikio tyrimų metodai, ekotoksiškumo tyrimų metodai, cheminių medžiagų, kurioms taikoma privaloma autorizacijos procedūra, sąrašas, cheminių medžiagų, preparatų, gaminių, kuriems taikomi apribojimai tiekti į rinką, sąrašas.

5.3. Aplinkos ir visuomenės sveikatos monitoringas

Aplinkos monitoringo objektai yra joje vykstantys globaliniai procesai (biologinės įvairovės, ozono sluoksnio nykimas, dirvožemio druskėjimas, jo erozija, klimato kaita, gamtos išteklių išsekimas, kraštovaizdžio sudarkymas), taip pat atskirų aplinkos komponentų (geosferų, biotos) būklė, antropogeninės taršos šaltiniai ir jų poveikis aplinkai.

Diegiant aplinkos monitoringo priemonių sistemą siekiama nuolat kaupti, apdoroti informaciją apie Lietuvos teritorijoje vykstančius gamtinius procesus, taip pat pokyčius, susijusius su antropogeninės taršos poveikiu, vertinti ir prognozuoti kitimų tendencijas. Aplinkos monitoringo duomenys turi būti naudojami:

- Jungtinių Tautų aplinkosaugos konvencijų (Darnaus vystymosi, Bendrosios klimato kaitos, Biologinės įvairovės išsaugojimo) ir kitų tarptautinių aplinkos apsaugos srities dokumentų įgyvendinimui vertinti;
- strateginio planavimo dokumentams (strategijų, programų) rengti ir jų sprendiniams vertinti;
- teritorijų planavimo bendriesiems, specialiesiems, detaliesiems planams ir statybos projektams rengti;
- ūkinės veiklos neigiamam poveikiui aplinkai ir visuomenės sveikatai mažinti;

- informacijai valstybės, savivaldos institucijoms ir visuomenei teikti, tarpvalstybiniams monitoringo informacijos mainams.

Aplinkos monitoringo sistema apima bendrą Lietuvos teritorijos stebėseną vykdant skirtingų aplinkos elementų (miškų, žemės gelmių, gyvūnų), savivaldybių lygmens ir ūkio subjektų monitoringą. Išvardytos sistemos dalys skiriasi ir stebėsenos mastu, ir finansavimo šaltiniais. Lietuvos teritorijos mastu vykdomas monitoringas finansuojamas iš valstybės biudžeto arba iš kitų centralizuoto finansavimo šaltinių. Savivaldybė, kaupdama ir analizuodama informaciją, susijusią su aplinkos būkle jos valdomoje teritorijoje, atitinkamus darbus finansuoja iš savivaldybės biudžeto lėšų. Ūkio subjektų aplinkos monitoringui lėšų skiria juridiniai ir fiziniai asmenys, vykdantys ūkinę veiklą.

Pagal **Lietuvos Respublikos aplinkos monitoringo įstatymo** reikalavimus aplinkos monitoringas turi būti vykdomas pagal parengtas ir nustatyta tvarka suderintas programas. Nustatyta, kad specialiojo monitoringo programas pagal kompetenciją rengia Žemės ūkio ministerija, Lietuvos geologijos tarnyba prie Aplinkos ministerijos. Valstybinio monitoringo programas tvirtina Lietuvos Respublikos Vyriausybė. Savivaldybės monitoringo programas derina su Aplinkos ministerija. Valstybinio, savivaldybių ir ūkio subjektų aplinkos stebėsenos informacija teikiama Aplinkos ministerijai, kuri formuoja ir tvarko Aplinkos monitoringo duomenų fondą.

Teršalų šaltinių ir poveikio aplinkai (aplinkos) monitoringą turi vykdyti ūkio subjektai, privalantys vykdyti Taršos integruotos prevencijos ir kontrolės leidimų išdavimo reikalavimus. Ūkio subjektai, vykdydami išmetamųjų teršalų bei aplinkos monitoringą, turi laikytis Ūkio subjektų aplinkos monitoringo vykdymo tvarkos reikalavimų.

Ūkio subjektų poveikio aplinkai monitoringas vykdomas pagal ūkio subjektų aplinkos monitoringo programą. Programa rengiama pagal planuojamos ūkinės veiklos poveikio aplinkai vertinimo ataskaitos arba statybos techninio reglamento „Statinio projekto aplinkos apsaugos dalies sudėtis" reikalavimus, ji sudaroma 3–5 metams. Ūkio subjektų poveikio aplinkai monitoringo programoje turi būti numatyta aplinkos oro, vandens telkinių, dirvožemio, augmenijos ir gyvūnijos stebėsena. Pagrindžiamas stebėjimo vietų pasirinkimas, jos nurodomos ūkinės veiklos objekto plane.

Aplinkos monitoringo programoje nurodomi stebėsenos objektai, tiriamieji parametrai, jų stebėjimų vietos, trukmė, periodiškumas, tyrimų metodikos, informacijos kaupimo, apdorojimo, vertinimo, naudojimo, platinimo būdai bei techninės priemonės monitoringui vykdyti. Stacionarių aplinkos oro taršos šaltinių kontrolės grafikas, nuotekų kontrolės planas ir poveikio aplinkai vertinimo programa derinami su atitinkamu regioniniu aplinkos apsaugos departamentu. Laboratorijos, vykdančios išmetamųjų (išleidžiamųjų) teršalų bei jų koncentracijų aplinkos komponentuose matavimus, turi turėti leidimus matavimams atlikti, taip pat turi kontroliuoti matavimų kokybę bei dalyvauti laboratorijų lyginamųjų bandymų programose. Aplinkos moni-

toringo programų vykdymą ir jų kokybę kontroliuoja regioniniai aplinkos apsaugos departamentai.

Taršos šaltinių monitoringą turi vykdyti ūkio subjektai, privalantys apskaityti teršalų išmetimo (išleidimo) į aplinką kiekius. Stacionarių aplinkos oro taršos šaltinių monitoringui vykdyti turi būti parengtas atitinkamas grafikas, kuriame įvardijami aplinkos orą teršiantys įrenginiai, taršos šaltiniai, matuojami pagrindiniai (sieros, azoto oksidai, anglies viendeginis, kietosios dalelės) ir specifiniai (amoniakas, angliavandeniliai, formaldehidas, vandenilio sulfidas ir kt.) cheminiai bei biologiniai teršalai. Turi būti nurodyti matavimų dažnis ir oro mėginių tyrimo metodai.

Aplinkos oro mėginiai teršalų koncentracijų vertėms nustatyti imami vietose, pasirinktose atsižvelgus į oro masių (taip pat išmetamųjų teršalų), judėjimo kryptį. Pasirenkamos ne mažiau kaip trys matavimo vietos skirtingais atstumais – pavėjui nuo taršos šaltinio ir viena vieta – priešvėjinėje pusėje. Tikslinga dvi vietas pasirinkti priešingose įmonės sanitarinės apsaugos zonos ribų pusėse. Paprastai oro mėginių ėmimo vietos pasirenkamos 500 m, 1 000 m, 3 000 m atstumu nuo taršos šaltinio. Tačiau kai teršalai išmetami per labai aukštą kaminą, kontrolinės vietos gali būti nutolusios iki 10 km. Matuojama skirtingais metų sezonais, kiekvienoje vietoje paimama ne mažiau kaip 50 oro mėginių.

Kai ūkio subjektas įrengia stacionarią aplinkos oro kokybės monitoringo stotį, kiekvieno teršalo koncentracijos vertės tiriamos kasdien keturis kartus per parą, per metus ištiriama ne mažiau kaip 200 oro mėginių.

Teršalai jų koncentracijoms aplinkos oro pažemio sluoksnyje matuoti pasirenkami atsižvelgus į pavojingumo rodiklį, apskaičiuotą pagal (5.1) lygtį. Teršalo koncentracija aplinkos ore turi būti matuojama, kai TPR > 10^3. Regioniniams aplinkos apsaugos departamentams suteikia teisę reikalauti matuoti aplinkos ore teršalų, kurių TPR (teršalo pavojingumo rodiklis) mažesnis kaip 10^3. Toks reikalavimas gali būti taikomas, pavyzdžiui, tuomet, kai įmonės sanitarinės apsaugos zona ribojasi su taršai jautrių objektų, taip pat rekreacinėmis teritorijomis. Kita nurodyto reikalavimo priežastis gali būti nepalankios vyraujančių vėjų kryptys taršai jautrių teritorijų atžvilgiu.

Ūkio subjektas turi kontroliuoti **aplinkos oro teršalus,** kurių pavojingumo rodiklis yra didesnis kaip 10^3:

$$TPR = (Mm/DLKparos)^a, \qquad (5.1)$$

čia: *Mm* – suminis išmetamo cheminio teršalo kiekis iš visų organizuotų taršos šaltinių, tonos per metus; *DLKparos* – aplinkos orą teršiančių cheminių medžiagų didžiausia paros ribinės koncentracijos vertė, mg/m^3; *a* – koeficientas, priklausantis nuo išmetamo teršalo pavojingumo grupės. Koeficiento reikšmės ribos – nuo 0,9 iki 1,7 (kietųjų dalelių – 0,9, sieros dioksido – 1,0, azoto oksidų – 1,3, vanadžio pentoksido – 1,7).

Aplinkos oro taršos šaltiniai, atsižvelgus į jų poveikio aplinkai duomenis, taip pat į išmetamo oro valymo įrenginių efektyvumą, skirstomi į dvi kategorijas.

Pirmos kategorijos taršos šaltinių išmetamųjų teršalų koncentracijų aplinkos ore matavimų periodiškumas nustatomas, atsižvelgus į kiekvieno teršalo išmetamo kiekio pakankamą pasikliovimo intervalą, kuris neturi būti didesnis kaip 25 %. Antros kategorijos teršalų šaltinių kontrolė turi būti vykdoma ne rečiau kaip kartą per metus.

Nuotekų ir paviršinio vandens telkinių monitoringą ūkio subjektas privalo vykdyti pagal parengtą programą, kurioje nurodomas nuotekų valymo būdas, jų išleistuvo atstumas nuo vandens telkinio kranto, pasirenkama mėginių ėmimo vieta, būdas ir techninės priemonės. Planuojamas mėginių ėmimo dažnis ir jų trukmė. Nuotekų monitoringas vykdomas pagal vandens išteklių naudojimo ir teršalų, išleidžiamų su nuotekomis, pirminės apskaitos bei kontrolės reikalavimus.

Vykdant nuotekų ir paviršinių vandens telkinių monitoringą, būtina atsižvelgti į prioritetinius vandens teršalus, kurie nurodyti Vandenų taršos prioritetinėmis pavojingosiomis medžiagomis mažinimo taisyklėse. Taisyklėse perkelti Europos Bendrijos Tarybos direktyvos 76/464/EEB dėl tam tikrų į Bendrijos vandenis išleidžiamų pavojingųjų medžiagų keliamos taršos reikalavimai. Pirmajam pavojingumo medžiagų sąrašui priskirti gyvsidabris, kadmis, heksachlorcikloheksanas, pentachlorfenolis, pesticidai aldrinas, dieldrinas, DDT, taip pat chlorintieji angliavandeniliai – trichlormetanas, 1,2-dichloretanas, trichloretilenas, perchloretilenas ir kitos pavojingosios cheminės medžiagos

Vandenų taršos pavojingosiomis medžiagomis mažinimo taisyklėse, iš dalies perkėlusiose Europos Parlamento ir Tarybos direktyvą 2000/60/EB dėl Bendrijos veiksmų vandens politikos srityje, nustatyti pavojingųjų cheminių medžiagų (aromatinių, halogenintų angliavandenilių, metalų ir jų junginių, pesticidų, fenolių ir kt.) leidimų išmesti pavojingąsias medžiagas reikalavimai. Vandenų taršai pavojingosiomis cheminėmis medžiagomis mažinti turi būti parengtos specialiosios programos. Jose ūkio subjektas privalo surašyti ūkinėje veikloje naudojamas pavojingąsias chemines medžiagas nurodant jų kiekį, masių balansus, išleidimo su nuotekomis kontrolės priemones, taip pat planuojamas priemones išleidžiamiems teršalams mažinti.

Ūkio subjekto paviršinio vandens, į kurį išleidžiamos nuotekos, monitoringas vykdomas pagal nuotekų laboratorinės kontrolės metodinių nurodymų ir mėšlo bei nuotekų tvarkymo fermose aplinkos apsaugos reikalavimus. Upių, upelių, kanalų vandenyje mėginiai imami aukščiau nuotekų išleistuvo ir 0,5 km žemiau jo, nuotekoms gerai susimaišius su tekančiu vandeniu. Analogiškai vandens ėmimo vietos pasirenkamos pratakiuose, vandens telkiniuose (ežeruose, tvenkiniuose, vandens saugyklose). Telkiniuose, kuriuose vandens apykaita vyksta lėtai, monitoringo vietų skaičius priklauso nuo telkinio dydžio.

Pagal ūkio subjektų aplinkos monitoringo vykdymo tvarkos reikalavimus vienas vandens mėginys imamas antropogeninės taršos nepaveiktoje vietoje, kitas – nuo-

tekų išleidimo vietoje, o kiti – 0,5 km atstumu į abi puses nuo išleistuvo. Vykdant paviršinio vandens monitoringo programą, tiriami telkinio vandens debitas, vandens mėginių temperatūrą, ištirpęs vandenyje deguonis, skendinčios medžiagos, biocheminis ir cheminis deguonies suvartojimas, amonio azotas, nitratai, nitritai, bendras azotas, fosfatai, bendras fosforas, nustatoma vandenilio jonų koncentracija (pH), taip pat būdingų ūkinei veiklai cheminių ir biologinių teršalų koncentracija.

Požeminio vandens monitoringą turi vykdyti visi ūkio subjektai, kurių ūkinė veikla daro įtaką požeminio vandens kiekybės ir (ar) kokybės parametrams, tarp jų – vandens tiekėjai, naudotojai bei potencialūs teršėjai. Ūkio subjektų požeminio vandens monitoringo programa rengiama pagal Požeminio vandens monitoringo metodines rekomendacijas, Ūkio subjektų požeminio vandens monitoringo programų rengimo metodinės rekomendacijas bei Ūkio subjektų požeminio vandens monitoringo vykdymo tvarkos reikalavimus.

Monitoringo programa rengiama atlikus hidrogeologinius, hidrocheminius ir kitus privalomus tyrimus programai parengti. Ūkio subjektų požeminio vandens monitoringo programas gali rengti juridiniai asmenys, gavę Lietuvos geologijos tarnybos prie Aplinkos ministerijos leidimą požeminio vandens paieškai ir žvalgybai bei ekogeologiniams tyrimams atlikti.

Pagal pavojingųjų medžiagų išleidimo į požeminį vandenį inventorizavimo ir informacijos rinkimo tvarkos reikalavimus požeminio vandens potencialūs teršėjai, rengdamiesi vykdyti jo stebėseną, užpildo geologinės aplinkos potencialaus taršos židinio anketą (deklaraciją), atlieka ekogeologinius tyrimus, parengia ir vykdo monitoringo programą, vertina matavimų duomenis ir teikia informaciją.

Ekogeologinis tyrimas vykdomas keliais etapais. Pirmuoju etapu vertinama potencialiai teršiančios ūkinės veiklos vieta ir potencialios taršos židinys. Antruoju ekogeologinio tyrimo etapu atliekami preliminarūs ir detalūs tyrimai taršai nustatyti, apibrėžiamos užterštos teritorijos ribos, užtaršos intensyvumas, įvertinama galima požemio vandens teršimo rizika. Kitais ekogeologinio tyrimo etapais rengiamos priemonės, galinčios sumažinti taršos poveikį aplinkai ir žmonių sveikatai. Ekogeologinio tyrimo duomenys naudojami prevenciniam ir kontroliniam monitoringui vykdyti. Prevencinis monitoringas skirtas požeminio vandens teršalams plisti ir pasekmių vertinimo prognozei, kontrolinis – požeminio vandens kokybės pokyčių kontrolei.

Požeminio vandens teršalai suskirstyti į dvi grupes. Pirmos grupės medžiagoms priskirti organiniai halogenų junginiai ir medžiagos, kurios gali tokius junginius sudaryti vandenyje, taip pat organiniai fosforo ir alavo junginiai, kancerogenai, mutagenai, toksiškos reprodukcijai medžiagos, gyvsidabris, kadmis ir šių sunkiųjų metalų junginiai, cianidai. Antrai teršalų grupei priskirti sunkieji metalai, išskyrus gyvsidabrį ir kadmį bei jų junginius, biocidai ir jų dariniai, fluoridai, amoniakas, nitratai, neorganiniai fosforo junginiai, medžiagos, neigiamai veikiančios požeminio vandens skonį ir kvapą.

Vykdant ūkio subjekto požeminio vandens monitoringą kaupiama informacija apie taršos šaltinį, taršos židinį, teršiančią medžiagą, patekimo ir pasklidimo aplinkoje procesus, gamtinę aplinką ir jautriąsias ekosistemas. Apibūdinant taršos šaltinį nustatomas jo tipas, dydis, eksploatacijos intensyvumas, techninė būklė. Kaupiant duomenis, susijusias su taršos židiniu, aprašoma jo padėtis geologinėje aplinkoje, sąveika su kitais taršos židiniais.

Teršianti medžiaga apibūdinama pateikiant duomenis apie jos sudėtį, fizikines ir chemines savybes, lakumą, sorbcinę gebą, tirpumą, biodegradaciją, toksines ir juslines savybes, didžiausią ribinę koncentraciją vandenyje. Geologinės aplinkos vertinimas apima hidrometeorologijos, vietovės topografijos, geologijos, hidrogeologijos (vandens slūgsojimo lygio, grunto sluoksnio filtracijos parametrus), hidrocheminės aplinkos (pH, EH, temperatūros) parametrų vertes. Jautriosioms ekosistemoms priskiriami paviršiniai vandens telkiniai, saugomos teritorijos, geriamojo vandens šaltiniai (pavieniai šuliniai, vandenviečių gręžiniai ir sanitarinės apsaugos zonos, kaptažo įrenginiai).

Matuojami tokie požeminio vandens parametrai: vandenilio jonų koncentracija (pH), elektrinis laidis, ištirpęs deguonis, temperatūra, pagrindinių jonų: Ca^{++} (kalcio), Mg^{++} (magnio), Na^{+} (natrio), K^{+} (kalio), NH_4^{+} (amonio), Cl^{-} (chloro), SO_4^{-} (sulfato), PO_4^{-} (fosforo), NO_3^{-} (nitrato), NO_2^{-} (nitrito), CO_3^{-} (karbonato) rūgščių anijonų, pasirinktinai sunkiųjų metalų bei būdingų konkrečiai ūkinei veiklai teršalų (halogenizuotų angliavandenilių, fenolių, chlorfenolių, pesticidų) koncentracijos [212].

Visuomenės sveikatos stebėsena vykdoma pagal Lietuvos Respublikos visuomenės sveikatos stebėsenos (monitoringo) įstatymo reikalavimus. Visuomenės sveikatos stebėsena laikomas tikslingai organizuotas visuomenės sveikatos būklės, ją veikiančių sveikatos rizikos veiksnių stebėjimas, analizė ir vertinimas. Visuomenės sveikatos rizikos veiksniai – tai: gyvensenos įpročiai, paveldėtos žmogaus organizmo savybės, aplinkos veiksniai, sukeliantys sveikatos sutrikimus.

Visuomenės sveikatos stebėsenos objektais gali būti:

- fizikiniai, cheminiai, biologiniai ir kiti fizinės **aplinkos veiksniai**;
- **socialiniai, ekonominiai, psichosocialiniai veiksniai** ir išvardytų veiksnių ryšys su žmonių sveikata;
- **visuomenės ir atskirų jos grupių** (naujagimių, kūdikių, ikimokyklinio amžiaus vaikų, moksleivių, šaukiamojo amžiaus jaunuolių, studentų, skirtingų profesinių grupių darbuotojų, tam tikrų vietovių gyventojų, senyvo amžiaus žmonių ir kt.) **sveikatos būklė**;
- **gyvensena ir sveikatos priežiūros paslaugų sistema** (asmens sveikatos priežiūros paslaugų prieinamumas, jų kokybė).

Visuomenės sveikatos stebėsenos rodiklių sąrašas patvirtintas sveikatos apsaugos ministro įsakymu. Sąraše rodikliai, atsižvelgus į stebėsenos objektus, suskirstyti į aštuonis skyrius.

Gyventojų demografinė situacija stebima vertinant gyventojų skaičių pagal amžiaus grupes, lytį, gyvenamąją vietovę (miesto, kaimo), gimusių gyvų pagal lytį, gimstamumą (bendrą ir pagal motinos amžių), gyventojų mirtingumą, tarp jų – naujagimių, kūdikių mirtingumą, mirtingumą pagal amžių, lytį, tikėtiną vidutinę būsimo gyvenimo trukmę.

Socialinės ekonominės būklės stebėsena vykdoma renkant informaciją apie gyventojų užimtumą, jų skaičių pagal pajamų dydį, vartojimo išlaidas, gyventojų išsilavinimą.

Gyventojų sveikatos būklės stebėsenos pagrindiniai duomenys – mirtingumo rodikliai pagal mirčių priežastis, tarp jų – dėl užkrečiamųjų ligų, piktybinių navikų, kraujotakos ir kraujo ligų, kitų organų sutrikimų, elgesio sutrikimų (lėtinio alkoholizmo, narkomanijos), ūmių apsinuodijimų ir traumų. Taip pat kaupiami ir analizuojami duomenys, susiję su gyventojų sergamumu, ligotumu, hospitaliniu sergamumu dėl skirtingų ligų, atsižvelgus į ligų priežasčių tarptautinę klasifikaciją. Atskirai nagrinėjamas darbuotojų, laikinai netekusių darbingumo sergamumas, sergamumas profesinėmis ligomis, profesinių ligų skaičius pagal profesinės rizikos veiksnius. Apskaitomas asmenų neįgalumas, nustatytas pirmą kartą, taip pat asmenų darbingumas, sumažėjęs daugiau kaip 55 procentais.

Gyvensena vertinama pagal padidėjusio arterinio kraujospūdžio, cholesterolio kiekį kraujyje parametrus, nutukimo, antsvorio, rūkymo paplitimą, suvartojamo alkoholio kiekį, sveiko maisto produktų (augalinių aliejų, vaisių daržovių, išskyrus bulves, žuvų), taip pat nesočiųjų riebiųjų rūgščių, vitaminų, kalcio, jodo, kitų mikroelementų suvartojamus kiekius.

Aplinkos stebėsena apima sieros dvideginio, azoto oksidų, lakiųjų organinių junginių, ozono, kietųjų dalelių emisijų į aplinkos orą ir teršalų koncentracijų matavimų duomenis, per maistą plintančių užkrečiamųjų ligų protrūkių, stebimų maudyklų, gyventojų, per metus gaunančių didesnę nei 5 mSv efektinę dozę, skaičių, gyventojų ekspoziciją švinu.

Vykdant sveikatos priežiūros išteklių stebėseną, kaupiami duomenys apie asmens sveikatos priežiūros specialistus (bendrosios praktikos gydytojus, terapeutus, chirurgus, psichiatrus, akių, ausų, gerklės, nosies, vaikų, moterų ligų specialistus, odontologus ir kt.), taip pat kaupiama informacija apie farmacininkus, sveikatos priežiūros specialistus su aukštesniuoju medicininiu išsilavinimu bei apie pagalbinį medicinos personalą.

Kiti stebėsenos objektai yra susiję su sveikatos priežiūros įstaigų veikla ir išlaidomis sveikatos priežiūrai bei jos finansavimu. Sveikatos priežiūros įstaigų veikla vertinama pagal apsilankymų pas gydytojus skaičių, gydytų ligoninėse žmonių, atliktų chirurginių operacijų skaičių, greitosios medicinos pagalbos suteiktų paslaugų apimtį ir kt. Sveikatos priežiūros finansavimas vertinamas pagal bendrųjų išlaidų dalį nuo šalies bendrojo produkto bei pagal bendrąsias išlaidas sveikatos priežiūrai, tenkančias

vienam gyventojui. Visuomenės sveikatos stebėsenos duomenų fondas formuojamas pagal sveikatos apsaugos ministro patvirtintų taisyklių reikalavimus.

Visuomenės sveikatos stebėsena vykdoma pagal atitinkamas programas, kurias, atsižvelgus į lygmenį, rengia Sveikatos apsaugos ministerija, savivaldybės arba ūkio subjektai. Monitoringo programose formuluojami stebėsenos uždaviniai, nurodomi jų sprendimo būdai, laukiami rezultatai. Įvardijami visuomenės sveikatos stebėsenos objektai, numatomi kaupti duomenys, jų planuojama apimtis, metodikos informacijai rinkti. Programose būtina nurodyti visuomenės sveikatos stebėsenos duomenų šaltinius, jų rinkimo tvarką, apdorojimo metodus. Turi būti parengta monitoringo programos įgyvendinimo darbų sąmata, nurodant finansavimo šaltinius, taip pat turi būti numatyta monitoringo duomenų ekspertizės atlikimo tvarka ir metodai.

5.4. Ūkinės veiklos poveikio visuomenės sveikatai vertinimas

Įvairių sričių planuojama ūkinė veikla gali daryti teigiamą ar neigiamą poveikį visuomenės sveikatai, kuris turėtų būti įvertintas. Tam taikoma poveikio visuomenės sveikatai vertinimo procedūra (angl. *Health Impact Assessment*).

Poveikis visuomenės sveikatai ir gyventojų gerovei vertinamas rengiant tokius šalies ūkio plėtros, teritorijų planavimo, statybų projektavimo dokumentus:

- nacionalines strategijas, valstybines programas, tam tikrų ūkinės veiklos sričių plėtros strateginius dokumentus, Lietuvos Respublikos teritorijos bendrąjį planą, šalies regionų socialinės ekonominės plėtros planus ir teritorijų planavimo projektus;
- apskričių, savivaldybių, miestų, miestelių bendruosius teritorijų planavimo projektus, specialiuosius planavimo projektus (kraštovaizdžio, žemės, vandens, miškų ūkio tvarkymo, susisiekimo, rekreacinės, turizmo, inžinerinės, urbanistinės ir kitų sistemų plėtros schemas, planus bei projektus);
- miestų, miestelių dalių, kaimų teritorijų, žemės sklypų ir jų grupių detaliuosius planus;
- ūkinės veiklos, vaikų ugdymo ir mokymo, gyventojų asmens sveikatos priežiūros, kitų statybos objektų projektavimo dokumentų sprendinius.

Ūkinės veiklos poveikis vertinamas gretimų teritorijų gyventojų sveikatai, ūkinę veiklą vykdančių darbuotojų saugai ir sveikatai, ūkinės veiklos produktų vartotojų sveikatai.

Strateginiai socialinės ekonominės plėtros, teritorijų planavimo, statybos projektavimo dokumentų sprendiniai gali būti vertinami tokiais poveikio visuomenės sveikatai aspektais:

- gyventojų socialinės gerovės, darbo rinkos pokyčių, gyventojų demografinių rodiklių, sergamumo;

- gyventojų apsirūpinimo būstu ir jo kokybės, rekreacijos, fizinio aktyvumo;
- gyvenamosios aplinkos oro, geriamojo, rekreacinio vandens, dirvožemio švarumo;
- paslaugų, inžinerinės, susisiekimo, atliekų tvarkymo, kitų sistemų plėtros ir kt.

Nagrinėjamas cheminių, fizikinių, biologinių, psichogeninių veiksnių poveikis, analizuojami medicinos statistikos duomenys, atliekami sociologiniai tyrimai.

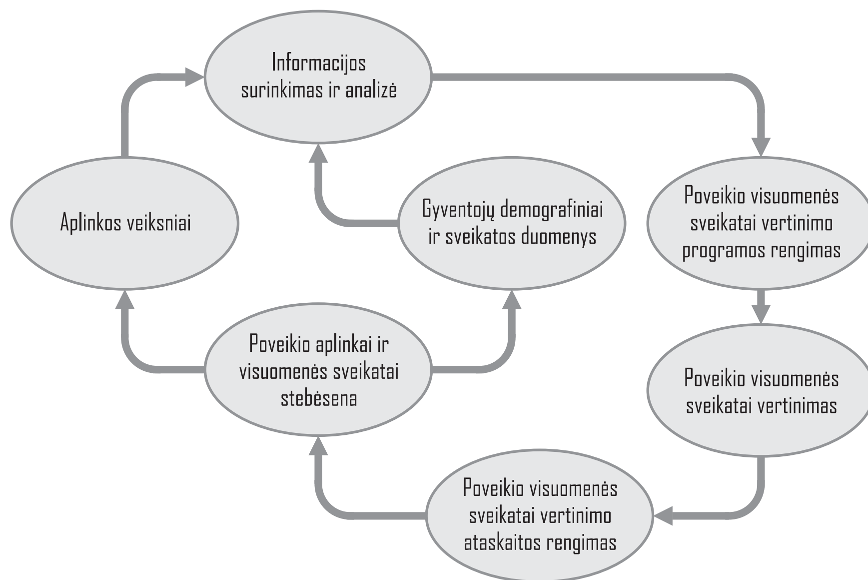
Poveikio visuomenės sveikatai vertinimo procedūra atliekama penkiais pagrindiniais etapais. Pirmuoju, atrankos, etapu (angl. *Screening*) renkama informacija apie ūkinės veiklos veiksnius, aplinkos komponentų kokybės parametrus, gyventojų demografijos ir medicinos statistikos rodiklius. Surinkus ir apibendrinus pradinę informaciją, priimamas sprendimas, ar tikslinga atlikti poveikio visuomenės sveikatai vertinimo procedūrą.

Padarius išvadą, kad tokia procedūra yra reikalinga, atliekami **antrojo planavimo** (angl. *Scoping*) etapo darbai − nustatoma jų apimtis, nuoseklumas, apskaičiuojami reikalingi ištekliai. Svarbūs planavimo etapo elementai yra mokslinių publikacijų nagrinėjimas, prioritetinių ūkinės veiklos veiksnių, galinčių daryti reikšmingą poveikį visuomenės sveikatai, nustatymas, tinkamų vertinimo metodų pasirinkimas. Planavimo etapu gali būti atliktas greitas, bandomasis poveikio visuomenės sveikatai vertinimas.

Trečiuoju etapu atliekami darbai, susiję su poveikio visuomenės sveikatai vertinimu (angl. *Appraisal*). Tuo etapu, naudojantis turimais ir prireikus papildomai surinktais duomenimis, nustatomas neigiamas (ar teigiamas) ūkinės veiklos poveikis visuomenės (ar atskirų jos grupių) sveikatai. Pagrindiniai poveikio visuomenės sveikatai vertinimo metodai − tai epidemiologiniai (aprašomasis, analitinis, koreliacinis, paplitimo) tyrimai, anketinė gyventojų apklausa. Tam tikrais atvejais poveikiui visuomenės sveikatai įvertinti gali būti taikomas stebimasis sekimo metodas. Trečiojo etapo darbai, atsižvelgus į jų apimtį ir sudėtingumą, gali užtrukti kelis mėnesius ir net ilgiau.

Ketvirtasis poveikio visuomenės sveikatai etapas − atlikto darbo ataskaitos rengimas (angl. *Reporting*). Ataskaitoje pateikiamos motyvuotos išvados, susijusios su ūkinės veiklos poveikiu visuomenės sveikatai ir rekomendacijos neigiamam poveikiui išvengti bei mažinti. **Penktuoju** etapu vykdoma ataskaitoje pateiktų rekomendacijų stebėsena (angl. *Monitoring*). Poveikio visuomenės sveikatai vertinimo etapai pavaizduoti 5.4 pav.

Pagal Pasaulio sveikatos organizacijos rekomendacijas poveikio visuomenės sveikatai vertinimo ataskaitoje turi būti išsamiai aprašyti duomenys, susiję su aplinkos teršalų ekspozicija ir eksponuojamos žmonių populiacijos sveikatos pokyčiais. M. McCarthy ir kt., apžvelgė skirtingų Europos šalių publikacijų autorių, vertinusių poveikį visuomenės sveikatai. Matematiniam moduliui poveikio visuomenės sveikatai vertinti siūloma naudoti aplinkos oro užterštumo PM_{10}, cheminėmis medžiagomis, ypač kancerogenais, duomenis, teritorijų triukšmo kartografavimo ir aplinkos užtaršos variklinio transporto išmetamaisiais teršalais parametrus [213].



5.4 pav. Ūkinės veiklos poveikio visuomenės sveikatai procedūrų atlikimo schema

Lietuvoje planuojamos ūkinės veiklos poveikis visuomenės sveikatai vertinamas laikantis Lietuvos Respublikos planuojamos ūkinės veiklos poveikio aplinkai vertinimo (PAV) įstatymo (toliau – Įstatymas), Visuomenės sveikatos priežiūros ir poįstatyminių teisės aktų reikalavimų. PAV atliekamas nustatyta tvarka parengus programą ir nustatytos sandaros ataskaitą. Programoje turi būti pateikta informacija apie tai, kokiais aspektais numatyta vertinti planuojamos ūkinės veiklos poveikį visuomenės sveikatai. PAV ataskaitoje turi būti įvertintas planuojamos ūkinės veiklos poveikis socialinei aplinkai (darbo rinkai, demografijai, gyvenimo sąlygoms), visuomenės sveikatai. Tuo atveju, kai PAV yra privalomas, kartu atliekamas planuojamos ūkinės veiklos poveikis visuomenės sveikatai vertinimas (PVSV).

Kai, atlikus atranką dėl PAV, ši procedūra nėra būtina arba kai ūkinė veikla neįrašyta į Įstatymo pirmąjį ir antrąjį priedus, atliekama jų atrankos procedūra dėl PVSV. Atliekant atrankos procedūrą, atsižvelgiama į ūkinės veiklos atvejų, kurie gali būti įvertinti poveikio visuomenės sveikatai aspektais, sveikatos apsaugos ministro patvirtintą sąrašą. Kartu su sąrašu sveikatos apsaugos ministras patvirtino planuojamos ūkinės veiklos atvejų vertinimo tvarką. Joje nurodyta, kad poveikio visuomenės sveikatai vertinimo objektas yra planuojama ūkinė veikla, kuri dėl savo pobūdžio, apimties ar dėl numatomos veiklos vietos ypatumų gali daryti poveikį visuomenės sveikatai.

Sąrašas yra labai išsamus, jame įrašyta dauguma ekonominės veiklos sričių. Dalis jų gali daryti poveikį visuomenės sveikatai, jei ūkinė veikla planuojama gyvenamojoje teritorijoje (didieji prekybos ir pramogų centrai, automobilių techninės priežiūros

įmonės, degalinės, ritualinių paslaugų įmonės ir kt.) arba gyvenamuosiuose pastatuose (mažmeninė prekyba, viešasis maitinimas, sveikatos priežiūra ir kt.). PVSV atliekamas pagal taisyklių ir metodinių nurodymų reikalavimus.

PVSV procedūrą sudaro keturi pagrindiniai etapai: atrankos atlikimas, sprendimo rengimas dėl PVSV atlikimo, PVSV procedūros atlikimas ir ataskaitos rengimas, ataskaitos ekspertizė ir tvirtinimas. Su sprendimu dėl PVSV atlikimo ir jo ataskaita supažindinama suinteresuota visuomenė organizuojant viešuosius svarstymus.

PVSV procedūrą inicijuoja planuojamos ūkinės veiklos organizatorius, atranką dėl PVSV atlieka apskričių visuomenės sveikatos centrai, išnagrinėję planuojamos ūkinės veiklos organizatoriaus informaciją. Informacijoje turi būti aprašytas planuojamos ūkinės veiklos pobūdis, vietovė, kurioje planuojama ūkinė veikla, jos fizinė, cheminė ir biologinė tarša, įtaka aplinkos kokybei. Turi būti pateikiami duomenys apie ūkinės veiklos nepalankias psichologines pasekmes, galimus konfliktus su visuomene. Planuojamos ūkinės veiklos organizatoriui prognozuojant, kad ūkinė veika darys neigiamą poveikį gyvenamajai aplinkai, turi būti numatytos poveikio mažinimo bei kompensacinės priemonės. Kai planuojama ūkinė veikla yra susijusi su objekto statyba ar rekonstrukcija, informacija atrankai atlikti turi apimti ir statybos darbų etapą.

Ūkinės veiklos poveikį visuomenės sveikatai gali vertinti juridiniai asmenys, gavę licenciją šiai veiklai. PVSV procedūrai atlikti planuojamos ūkinės veiklos organizatorius turi parengti dokumentus, apimančius:

- pagrindinius duomenis apie įmonę, ūkinės veiklos pavadinimą, jos rūšies kodą, planuojamų gaminti produktų paskirtį;
- ūkinės veiklios vykdymo trukmę, projektavimo, statybos, veiklos ir jos tolesnės plėtros etapus;
- informaciją apie vietą, kurioje numatyta vykdyti planuojamą ūkinę veiklą (sklypo detaliojo plano, esamos žemėnaudos, vietovės infrastruktūros, jos paskirties duomenis ir kt.);
- duomenis, susijusius su ūkinės veiklos lemsiančiais fizinės aplinkos veiksnių pokyčiais, galėsiančiais daryti įtaką visuomenės sveikatai (aplinkos taršos foną, numatomą jos įtaką aplinkos oro, vandens ir maisto kokybei, gyventojų būstui, darbuotojų profesinei rizikai);
- įtaką socialiniams veiksniams (darbo rinkai, išsilavinimo galimybėms);
- įtaką psichologiniams veiksniams (aplinkos kraštovaizdžiui, gyventojų elgsenos ir gyvensenos veiksniams), nurodant galimus konfliktus su suinteresuota visuomene;
- įtaką sveikatos priežiūros ir socialinių paslaugų prieinamumui bei jų kokybei;
- priemones planuojamos ūkinės veiklos neigiamam poveikiui visuomenės sveikatai mažinti bei pasekmėms kompensuoti;

Kai planuojamos ūkinės veiklos organizatorius neturi pakankamos informacijos PVSV procedūrai atlikti, ji gali būti papildyta atlikus tyrimus arba kitaip ją surinkus.

PVSV ataskaitoje turi būti išnagrinėta, ar pasirinktoje vietoje planuojama ūkinė veikla darys neigiamą įtaką gyventojų fizinei, psichinei sveikatai ir jų socialinei gerovei. Šiam tikslui atliekama esamos visuomenės sveikatos būklės ir visuomenės sveikatai darančių įtaką veiksnių **analizė.** Išnagrinėjami vietovės gyventojų demografiniai, sergamumo, laikinojo nedarbingumo, invalidumo rodikliai. Išnagrinėti duomenys palyginami su visos (miesto, rajono, apskrities ir kt.) gyventojų populiacijos duomenimis. Ataskaitoje taip pat pateikiamas planuojamos ūkinės veiklos poveikio visuomenės sveikatai prognostinis vertinimas. Identifikuojami sveikatai žalingi veiksniai, kuriuos galėtų lemti planuojama ūkinė veikla, jų rizika atskiroms populiacijos grupėms. Atliekant PVSV procedūrą, gali būti inicijuojami epidemiologiniai, sociologiniai, kiti reikalingi tyrimai papildomai informacijai surinkti.

PVSV ataskaitos išvadose pateikiami teiginiai, apibūdinantys išnagrinėtus planuojamos ūkinės veiklos poveikio visuomenės sveikatai aspektus. **Planuojamos ūkinės veiklos poveikis visuomenės sveikatai gali būti pripažintas:**

- **teigiamu, galinčiu turėti palankią įtaką** gyventojų sveikatai ir jų socialinei gerovei;
- **nereikšmingu, kai tikėtina, kad planuojama ūkinė veikla nedarys neigiamo poveikio** gyventojų būsto aplinkai ir jų sveikatai;
- **reikšmingai neigiamu vienu ar daugiau išnagrinėtų aspektų,** įskaitant poveikio gyventojų, darbuotojų saugai ir sveikatai bei planuojamų gaminti produktų poveikio vartotojų sveikatai aspektus. Tokiu atveju planuojama ūkinė veikla numatyta apimtimi pasirinktoje vietoje, neįdiegus pakankamų kompensacinių priemonių, yra negalima. Kartu su išvadomis PVSV ataskaitoje pateikiamos rekomendacijos planuojamos ūkinės veiklos neigiamai įtakai mažinti ir kompensacinėms priemonėms planuoti. Su parengta PVSV ataskaita supažindinama suinteresuota visuomenė. Pagal jos motyvuotus siūlymus ataskaita papildoma ir nustatyta tvarka patikrinama bei tvirtinama.

Neretai, vertinant planuojamos ūkinės veiklos poveikį visuomenės sveikatai, kyla konfliktinių situacijų su suinteresuota visuomene. Tokiais atvejais ieškoma kompromisinių sprendinių siekiant atsižvelgti į visuomenės nuogąstavimus bei motyvuotus pasiūlymus. Susidūrus su neįveikiamu visuomenės pasipriešinimu, planuojamos ūkinės veiklos užsakovui tenka imtis alternatyvių sprendinių paieškos.

Poveikio visuomenės sveikatai aspektu turi būti vertinami strateginio planavimo dokumentai: šalies ir regionų socialinės ekonominės plėtros bei vystymosi programos, strategijos, teritorijų planavimo, įstatymų ir kitų dokumentų, galinčių turėti pasekmių visuomenės sveikatai, projektai. Lietuvos Respublikos Vyriausybė, įgyvendindama Europos Parlamento ir tarybos direktyvą 2001/42/EB dėl tam tikrų planų bei programų pasekmių aplinkai vertinimo, patvirtino Planų ir programų strateginio pasekmių

aplinkai vertinimo tvarkos aprašą. Apraše nurodyta, kad tarp kitų strateginio planavimo dokumentų sprendinių pasekmių jos turi būti įvertintos poveikio visuomenės sveikatai aspektu. Apraše nustatyti planų ir programų strateginio pasekmių aplinkai vertinimo tikslai, išvardyti vertinimo objektai, vertinimo proceso dalyviai (tarp jų − Sveikatos apsaugos ministerija ar jos įgaliota institucija) ir jų funkcijos. Nustatyta atrankos strateginiam pasekmių aplinkai vertinimui atlikti, vertinimo ataskaitos parengimo, sprendimo priėmimo ir strateginių dokumentų įgyvendinimo pasekmių aplinkai stebėsenos tvarka.

5.5. Aplinkos apsaugos, visuomenės sveikatos priežiūros strategijos ir valstybinės programos

Strateginių dokumentų rengimas leidžia numatyti valstybės politikos visuomenės darnaus vystymosi srityje įgyvendinimo tikslus ir priemones jiems pasiekti.

Strategijų ir programų veiksmų ciklą sudaro tokie etapai:

- esamos situacijos įvertinimas, jos prognozė nesiimant strateginio planavimo veiksmų (paliekant *status quo*), grėsmių, galimybių, alternatyvų analizė;
- uždavinių iškėlimas, prioritetinių uždavinių identifikavimas, jų suskirstymas į svarbiausius, mažesnės svarbos ir perspektyvius nustatant planuojamus įvykdymo terminus;
- strateginio dokumento vykdymo monitoringas ir kontrolė, įvykdytų uždavinių rezultatų vertinimas;
- uždavinių tikslinimas arba naujų uždavinių iškėlimas, strateginio dokumento papildymas ir pakeitimas.

Lietuvos aplinkos apsaugos teisės aktai derinami su Europos Sąjungos norminiais dokumentais, perkeliant į mūsų šalies teisę direktyvų bei tarptautinių standartų reikalavimus. Lietuva yra pasirašiusi ir nustatyta tvarka ratifikavusi daugelį tarptautinių konvencijų, deklaracijų, protokolų, susitarimų ir kitų dokumentų, nusakančių valstybės politiką, siekiant ateinančioms kartoms išsaugoti švarią ir saugią aplinką.

Iš Lietuvos strateginių dokumentų, numatančių technogeninio poveikio aplinkai mažinimą, paminėtinos tokios pagrindinės strategijos, programos ir perspektyviniai planai: Lietuvos Respublikos teritorijos bendrasis planas, Lietuvos Respublikos teritorijos bendrojo plano įgyvendinimo priemonių planas, Nacionalinė darnaus vystymosi strategija, JTBKKK nacionalinė įgyvendinimo strategija, Lietuvos sveikatos programa, Nacionalinė visuomenės sveikatos priežiūros strategija, Nacionalinė aplinkos sveikatinimo veiksmų 2003–2006 m. programa, Valstybinė aplinkos apsaugos strategija, Nacionalinė energetikos strategija, Valstybinė pavojingųjų atliekų tvarkymo 2006–2008 m. programa.

Lietuvos Respublikos teritorijos bendrajame plane (toliau – Bendrasis planas) išnagrinėtos šalies teritorijos probleminės situacijos, parengta bendroji raidos strategija, suformuluoti teritorijos naudojimo bendrosios politikos tikslai, susiję su šalies teritorijos naudojimo funkciniais prioritetais. Bendrajame plane suformuluotos pagrindinės jo rengimo užduotys, tarp jų:

- parengti subalansuotos šalies teritorijos socialinės, ekonominės bei ekologinės raidos strategiją;
- nustatyti šalies regioninės politikos principus, siekiant sukurti lygiavertes gyvenimo sąlygas visuose Lietuvos regionuose;
- nustatyti prielaidas racionaliai gamtonaudai, kraštovaizdžio ekologinei pusiausvyrai bei gamtos ir kultūros vertybių apsaugai užtikrinti.

Bendrasis planas yra Lietuvos Respublikos įstatymo lygmens dokumentas, kuris turi būti naudojamas kaip oficiali informacija šalies valdymo institucijoms priimant sprendimus teritorijų planavimo, naudojimo, tvarkymo bei apsaugos srityse, taip pat kaip dokumentas, nurodantis gaires šalies regioninei politikai formuoti.

Bendrajame plane suformuluotos tolesnę socialinę ekonominę plėtrą sunkinančios aplinkybės, tarp jų:

- demografinės situacijos kritiškumas (neigiamas gyventojų natūralaus prieaugio rodiklis, didėjantis sergamumas, didelis, palyginti su išsivysčiusiomis Europos šalimis mirtingumas dėl traumatizmo automobilių keliuose);
- socialinės būklės negatyvumas (padidėjusi emigracija, nusikalstamumas, skurdas ir socialinė atskirtis);
- aplinkos sveikumo neužtikrinimas, gamtos vertybių degradavimo pavojus.

Bendrojo plano sprendiniuose pritaikyti Europos Sąjungoje pripažinti teritorijų raidos principai, tarp kurių svarbiausieji yra susiję su darnia ekonomine plėtra, neprieštaraujančia gamtinio ir kultūrinio paveldo racionaliam naudojimui ir išsaugojimui.

Nustatyti tokie bendrosios vidinės šalies raidos strategiją formuojantys tikslai:

- energijai taupių ir ekologiškų technologijų naudojimo, plėtojant šalies ekonomiką, užtikrinimas;
- gyventojų gyvenimo kokybės gerinimas, plėtojant sveikatos priežiūros ir kitų paslaugų sritis;
- aplinkos kokybės stabilizavimas ir gerinimas, gamtonaudos bei aplinkosaugos organizavimas.

Lietuvos teritorija suskirstyta į keturias pagrindines funkcinių prioritetų zonų grupes:

- zonos, kuriose prioritetas teiktinas intensyviam žemės ūkiui;
- zonos, kuriose prioritetas teiktinas intensyviam miškų ūkiui;
- zonos, kuriose prioritetas teiktinas intensyviai rekreacinei veiklai;
- zonos, kuriose prioritetas teiktinas ekosistemas saugančiai konservacinei veiklai.

Bendrajame plane teigiama, kad požeminio gėlojo vandens Lietuvos teritorijoje prognoziniai ištekliai siekia 3,2 mln. m^3 per parą, iš jų išžvalgyti 2 mln. m^3 per parą. Tačiau faktiškai gėlojo požeminio vandens išgaunama perpus mažiau ir jo viešai vartojami kiekiai nuolat mažėja. Perspektyvoje planuojama eksploatuoti 22 išžvalgyto požeminio vandens rezervinius gavybos plotus.

Įgyvendinus Bendrojo plano šalies susisiekimo sistemos tolesnės plėtros sprendinius, Lietuvos automobilių kelių ilgis turėtų sudaryti apie 21,8 tūkst. km, jiems skirtas plotas – arti 2,4 tūkst. km^2.

Parengus Bendrojo plano sprendinius, susijusius su nuotekų valymo ir atliekų tvarkymo veiklos plėtra, siūloma 160 ha rezervuoti nusausintam dumbliui kaupti bei apie 120 ha – naujiems atliekų tvarkymo objektams (regioninėms atliekų tvarkymo įmonėms, regioniniams sąvartynams, tarp jų – karstinio regiono sąvartynui, centriniam pavojingųjų atliekų sąvartynui).

Numatytos tokios aplinkos oro taršos mažinimo svarbiausios priemonės:

- suformuoti institucinę struktūrą aplinkos apsaugos nacionaliniams ir Europos Sąjungos reikalavimams įgyvendinti;
- rengiant didžiųjų miestų bendruosius planus, numatyti priemones, mažinančias automobilių transporto eismo oro taršą; mažinti šiltnamio efektą sukeliančių dujų emisiją energetikos sektoriuje.

Nacionalinės darnaus vystymosi strategijos pagrindiniai tikslai:

- iki 2020 m. pagal gamtos išteklių naudojimo rodiklius pasiekti esamą Europos Sąjungos šalių vidurkį;
- pagal aplinkos kokybės rodiklius neviršyti Europos Sąjungos normų, perkeltų į nacionalinius teisės aktus, nustatytų taršos dydžių;
- laikytis tarptautinių konvencijų, ribojančių aplinkos taršą ir poveikį pasaulio klimatui, reikalavimų.

Nacionalinėje darnaus vystymosi strategijoje nustatyti tokie šeši darnaus vystymosi **prioritetai**: pasaulinės klimato kaitos švelninimas, transporto poveikio aplinkai mažinimas, pavojaus žmonių sveikatai mažinimas, efektyvesnis gamtos išteklių naudojimas, skurdo ir socialinės atskirties mažinimas, visuomenės senėjimo problemos sprendimas.

Strategijoje suformuluoti tokie jos įgyvendinimo pagrindiniai principai:

- partnerystės principas – įvairių visuomenės socialinių grupių, tarpvalstybinių, valstybės, savivaldybės institucijų, nevyriausybinių organizacijų, fizinių asmenų dalyvavimas ir bendradarbiavimas;
- vadovavimo principas – stiprus valstybinio, regioninio, savivaldybių lygmens vadovavimas ir aiškus funkcijų pasidalijimas;
- subsidiarumo principas – optimalus sprendinių priėmimo lygmens nustatymas;

- lygių galimybių principas – vienodų galimybių dabarties ir ateities gyventojų kartoms naudotis ekonominės ir socialinės plėtros rezultatais, turėti švarią ir sveiką aplinką;
- susietumo principas – darnaus vystymosi tikslų ir uždavinių tarpusavio suderinamumas ir įgyvendinimo integralumas;
- lankstumo principas – darnaus vystymosi strategijos tikslų įgyvendinimas, atsižvelgiant į išorės ir vidaus sąlygų pokyčius;
- teršėjo atsakomybės („teršėjas moka“) principas;
- atsipirkimo principas – ekonominių ir organizacinių mechanizmų, skatinančių aplinkosaugos priemonių ekonominį efektyvumą ir užtikrinančių jų atsipirkimą, taikymas;
- apdairumo principas – planuojamos ūkinės veiklos pasekmių aplinkai įvertinimas, ekstremalių situacijų prevencijos ir galimų padarinių mažinimo ir šalinimo priemonių numatymas;
- ekologinio efektyvumo, dematerializacijos principas – energijos ir kitų gamtos išteklių taupymas, platesnis antrinių žaliavų naudojimas produktams gaminti ir paslaugoms suteikti;
- pakeitimo (transmaterializacijos) principas – pavojingų aplinkai ir žmonių sveikatai medžiagų pakeitimas mažiau pavojingomis, išsenkančių išteklių pakeitimas atsinaujinančiais ištekliais;
- socialinės ekonominės plėtros mokslinis pagrindimas, mažiausią poveikį aplinkai darančių technologijų diegimas;

Nacionalinėje darnaus vystymosi strategijoje atlikta aplinkos kokybės ir gamtos išteklių (aplinkos oro, vandens, dirvožemio), kraštovaizdžio ir biologinės įvairovės, ekonominio vystymosi (transporto, pramonės, energetikos, žemės ūkio, apsirūpinimo būstu ir jo kokybės, turizmo), socialinio vystymosi (užimtumo, skurdo ir socialinės atskirties, visuomenės sveikatos, švietimo ir mokslo, kultūros savitumo išsaugojimo) analizė stiprybių, silpnybių, galimybių ir grėsmių aspektais. Numatyti darnaus vystymosi ilgalaikiai, vidutinės trukmės, trumpalaikiai uždaviniai ir tikslai bei priemonės jiems pasiekti.

Strategijoje nustatyti tokie visuomenės sveikatos išsaugojimo ir stiprinimo siektini tikslai:

- strateginiai tikslai – mažinti pavojų žmonių sveikatai; saugoti ir gerinti Lietuvos gyventojų sveikatą, teikti geros kokybės sveikatos priežiūros paslaugas, užtikrinti santykių teisumą teikiant sveikatos priežiūros paslaugas ir gerinant gyvenimo kokybę;
- vidutinės trukmės tikslai – sukurti modernią ir efektyviai veikiančią visuomenės sveikatos priežiūros sistemą;
- trumpalaikiai tikslai – sukurti ekonomines, teisines ir organizacines prielaidas visuomenės sveikatai stiprinti [214].

Lietuvos Respublikos Vyriausybė 1998 m. patvirtino „Lietuvos Respublikos visuomenės aplinkosauginio švietimo strategiją ir veiksmų programą“ (toliau – Programa). 1998 m. birželio 23–25 d. aplinkos ministrų konferencijoje Orhuse (Danija) priimta Konvencija dėl prieinamumo prie informacijos, visuomenės dalyvavimo priimant sprendimus ir teisės kreiptis į teisėsaugos institucijas aplinkos apsaugos klausimais. Numatyti tokie Programos uždaviniai ir veiksmai: užtikrinti informacijos apie galimą neigiamą poveikį gyventojų sveikatai prieinamumą, sukurti informacijos apie aplinkos sveikatą pateikimo ir platinimo sistemą visiems suinteresuotiems asmenims.

Lietuvos sveikatos programa parengta laikotarpiui iki 2010 m. Pagrindiniai Programos tikslai – gyventojų mirtingumo mažinimas ir vidutinės gyvenimo trukmės ilginimas, sveikatos santykių teisumas, gyvenimo kokybės gerinimas.

Vienas pagrindinių Programos tikslų – sveikatos santykių teisumas. Kiekvienas asmuo turi teisę siekti kuo aukštesnio savo sveikatos lygio. Tačiau sveikatos santykių teisumas reiškia, kad kiekvienas asmuo, siekdamas kuo aukštesnio savo sveikatos lygio, nepažeistų tokių pačių kitų asmenų teisių arba nesiektų šios teisės kito asmens arba visuomenės sąskaita. Taigi sveikatos santykių teisumas yra susijęs su lygiomis galimybėmis gerinti sveikatą ir su skirtumų tarp jos siekiančių žmonių mažinimu.

Užsibrėžti tokie aplinkos kokybės gerinimo tikslai:

- pasiekti, kad vartojamo vandens kokybė atitiktų Lietuvos standartus;
- aplinkos ir patalpų oro kokybė turi nekelti grėsmės visuomenės sveikatai;
- gyventojų maisto mikrobinė ir cheminė tarša turi atitikti visuomenės sveikatos priežiūros teisės aktų reikalavimus;
- miestų ir kaimų vietovėse sukurti palankią visuomenės sveikatai fizinę ir socialinę aplinką;
- remti žmonių radiacinės apsaugos valstybinės priežiūros ir kontrolės sistemą.

Numatytos tokios pagrindinės Programos įgyvendinimo priemonės aplinkos kokybei gerinti:

- parengti ir pradėti įgyvendinti Nacionalinę aplinkos ir sveikatos veiksmų programą;
- sukurti aplinkos ir sveikatos informacinę sistemą;
- plėtoti mokslo tyrimus, nagrinėjančius aplinkos užterštumo poveikį sveikatai;
- įvertinti būsto sąlygų poveikį gyventojų sveikatai, parengti „Sveiko būsto“ koncepciją;
- įgyvendinti pavojingųjų cheminių medžiagų valdymo sistemą;
- organizuoti profesinės sveikatos priežiūros sistemą.

Vadovaujantis Lietuvos sveikatos programoje nustatytais tikslais, užsibrėžta iki 2010 metų sumažinti mirtingumą nuo nelaimingų atsitikimų ir traumų, taip pat gyventojų sergamumą tuberkulioze 30 %, sumažinti jaunesnių kaip 65 metai gyventojų mirtingumą nuo kraujotakos ligų ir piktybinių navikų 15 %, prailginti Lietuvos gyventojų vidutinę gyvenimo trukmę iki 73 metų. Taip pat planuojama, įdiegus Programoje

numatytas priemones, sumažinti savižudybių iki vidutinio Europos šalių vidurkio – iki 25 iš 100 tūkst. gyventojų. Remiantis programoje užsibrėžtais tikslais, iki 2010 m. 10 % turi būti sumažinti vyrų ir moterų rūkymo paplitimo mastai, tiek pat numatyta sumažinti vaikų ir jaunų žmonių rūkymą. Alkoholio vartojimo mastus planuojama sumažinti 25 %, o narkotikų paklausą – 70 %. Programoje taip pat numatyta rūpintis sveika gyventojų gyvensena.

Lietuvoje vykdomos AIDS profilaktikos, alkoholio kontrolės, kūdikių ir vaikų iki 3 metų mitybos gerinimo, sveikos gyvensenos, sutrikusio vystymo vaikų sveikatos, psichikos, širdies ir kraujagyslių ligų, traumatizmo, vaikų ėduonies, lytiniu keliu plintančių ligų profilaktikos, tuberkuliozės profilaktikos ir kontrolės bei kt. valstybinės sveikatos programos.

Nacionalinės visuomenės sveikatos priežiūros strategijos pagrindiniai tikslai:

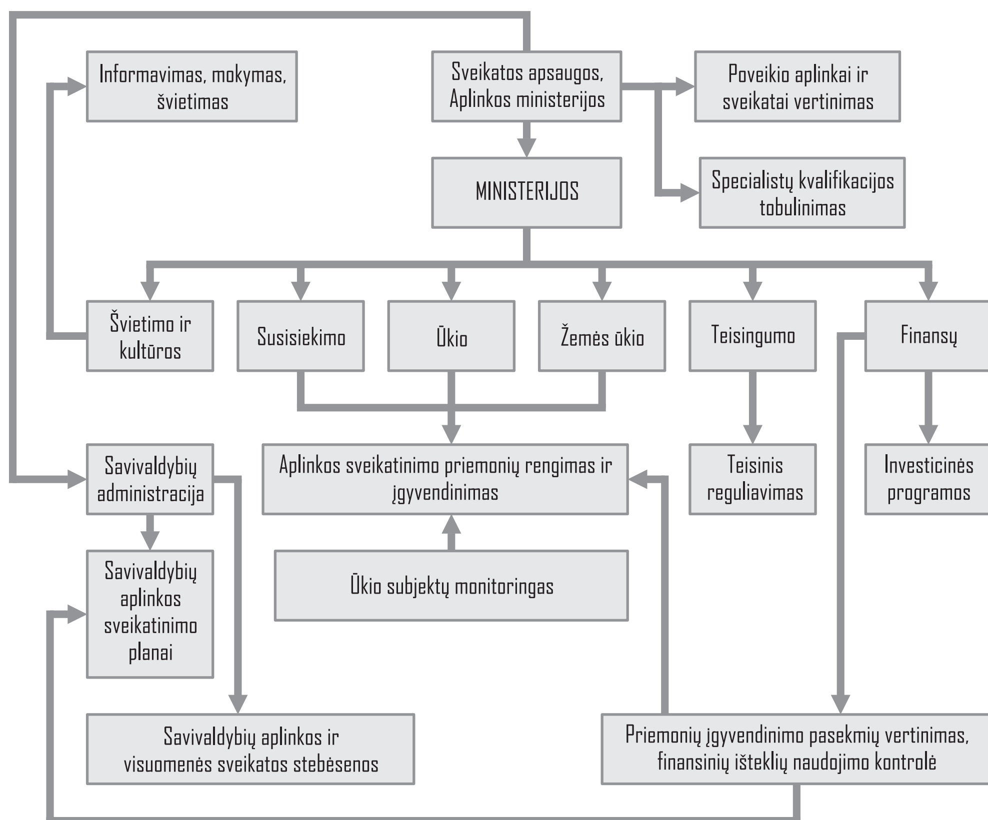
- sukurti visuomenės sveikatos politikos formavimo ir įgyvendinimo sistemą;
- sukurti modernios visuomenės sveikatos priežiūros sistemą, pagrįstą moderniosios visuomenės sveikatos principais;
- išugdyti atsakingą ir aktyvią visuomenę;
- įgyvendinti PSO programos „Sveikata visiems XXI amžiuje“ principus ir uždavinius.

Strategijoje suformuluoti visuomenės sveikatos politikos uždaviniai, taip pat mokslinių tyrimų ir visuomenės sveikatos priežiūros finansavimo uždaviniai. Išnagrinėta visuomenės sveikatą veikiančių veiksnių prognozė, nustatytos visuomenės sveikatos sistemos reformos pagrindinės kryptys, tarp jų – sveikos gyvensenos (mitybos, alkoholio, tabako ir narkotikų ribojimo, fizinio aktyvumo didinimo, sveikatos mokymo ir propagandos) nuostatų įtvirtinimas, sveikos fizinės aplinkos sudarymas (gyvenamosios, darbo, poilsio bei ugdymo); užkrečiamųjų ir neinfekcinių ligų bei traumų profilaktika ir kontrolė; vartotojų sveikatos saugos užtikrinimas, kai jie vartoja bei naudoja maisto ir ne maisto produktus, chemines medžiagas, biologinius agentus; socialinio teisumo sveikatos priežiūroje siekimas, žmonių teisių ir pareigų rūpintis sveikata užtikrinimas; mokslinių tyrimų plėtotė, mokslo laimėjimų diegimas praktikoje.

Nacionalinėje aplinkos sveikatinimo veiksmų programoje (toliau – Programa) išnagrinėta esama situacija ir numatyti tikslai, uždaviniai ir planuojami veiksmai. Ilgalaikis Programos tikslas – siekti, kad visuomenės sveikata taptų strateginiu ekonominio vystymosi objektu. Artimesnieji tikslai yra susiję su visuomenės sveikatos priežiūros ir aplinkos apsaugos institucijų stiprinimu, politikų, skirtingų sričių specialistų integruoto požiūrio į aplinkos sveikatinimo problemų formavimu, visuomenės dalyvavimo, priimant aplinkos sveikatinimo sprendimus, skatinimu. Nacionalinio aplinkos sveikatinimo veiksmų plano įgyvendinimo organizavimo schema pateikta 5.5 pav.

Programoje yra tokios struktūrinės dalys:

- aplinkos ir sveikatos valdymas, apimantis tokius aspektus:
  a) aplinkos sveikatos monitoringą, informacinių sistemų kūrimą, ūkinės veiklos ir jos padarinių rizikos ir poveikio sveikatai vertinimą;



5.5 pav. Nacionalinio aplinkos sveikatinimo veiksmų plano įgyvendinimo schema [215]

b) ekonominius ir teisinius sveikatos bei aplinkos priežiūros valdymo;
c) aplinkos ir sveikatos specialistų rengimo bei jų kvalifikacijos tobulinimo, visuomenės informavimo, sveikatos mokymo;
d) mokslinių tyrimų valdymo;

- atskiros aplinkos sveikatinimo sritys, apimančios tokius aspektus:
  a) geriamojo vandens, paviršinių vandens telkinių (tarp jų – maudyklų), maisto saugos;
  b) atliekų tvarkymo, oro ir dirvožemio užtaršos, jonizuojančiosios ir nejonizuojančiosios spinduliuotės mažinimo;
  c) stichinių nelaimių, avarijų pasekmių likvidavimo, technogeninių avarijų, transporto eismo, kitų traumų prevencijos;
  d) sveiko būsto, cheminių medžiagų ir preparatų, aplinkos triukšmo valdymo;
  e) profesinės medicinos sistemos sukūrimo, profesinių ligų diagnostikos, gydymo ir profesinės reabilitacijos gerinimo.

Planuojama sukurti kompleksinę aplinkos ir sveikatos rodiklių stebėsenos ir analizės sistemą. Pagal Programos įgyvendinimo planą turi būti patvirtintas rodiklių sąrašas, kuris leistų nustatyti priežastinį ryšį tarp aplinkos veiksnių keliamos rizikos sveikatai ir medicinos statistikos rodiklių pokyčių.

Įgyvendinant Valstybinės aplinkos sveikatinimo programos tikslus, siūloma plėtoti mokslinius tyrimus, susijusius su didžiųjų šalies miestų ekologiniu ir medicininiu monitoringu, savižudybių ir psichologinių krizių prevencija, sveika mityba ir kūno masės reguliavimu, cheminių alergenų poveikiu, taip pat vykdyti taikomuosius tyrimus pirminės sveikatos priežiūros paslaugų optimizavimo, narkotikų, alkoholio ir tabako vartojimo prevencijos srityje. Taip pat planuojama plėtoti epidemiologinių metodų taikymą vykdant aplinkos sveikatinimo tyrimus bei kuriant aplinkos epidemiologijos informacinį tinklą, tirti kiekybinį dozės ir atsako ryšį tarp kenksmingųjų aplinkos veiksnių ir sveikatos sutrikimų, tobulinti žmogaus biologinių žymeklių metodus kenksmingiems cheminiams aplinkos veiksniams identifikuoti.

Programoje numatytas glaudus skirtingų ministerijų bendradarbiavimas, taip pat nevyriausybinių organizacijų ir kitų visuomenės grupių aktyvus dalyvavimas siekiant joje užsibrėžtų tikslų. Teigiama, kad nacionalinio lygmens aplinkos sveikatinimo programa turėtų paskatinti apskričių ir savivaldybių administracijas kurti analogiškas lokalines veiksmų programas. Programos įgyvendinimo mechanizmai apima vietos aplinkos sveikatinimo planų ir prioritetinių aplinkos sveikatinimo sričių investicijų projektų rengimą ir įgyvendinimą, aplinkos apsaugos ir sveikatos programų vykdymą, nacionalinės *aqui* priėmimo programos įgyvendinimą.

Nacionalinės energetikos strategijos aplinkosaugos aspektai yra susiję su vietinių energijos išteklių naudojimo programų rengimu, atsinaujinančių energijos išteklių – vėjo, vandens, saulės ir atliekinių išteklių naudojimu, biodegalų (denatūruoto etilo alkoholio, biologinės kilmės aliejų, etilo ir etilo esterių) gamybos plėtra. Strategijoje numatyta, kad atsinaujinančių energijos išteklių dalis pirminiame energijos balanse 2010 m. turi pasiekti 12 %.

Vykdant Valstybinę **traumatizmo profilaktikos 2000–2010 m. programą,** numatyta atlikti mokslinius tyrimus, siekiant išnagrinėti suaugusiųjų ir vaikų nelaimingų atsitikimų priežastis, gamybinių ir traumų buityje priežastis bei parengti mokslinių tyrimų duomenimis motyvuotas profilaktikos priemones.

Valstybinės **pavojingųjų atliekų tvarkymo 2006–2008 m. programos** tikslas – sudaryti sąlygas saugiai aplinkai ir žmonių sveikatai tvarkyti visas šalyje susidarančias ir susikaupusias pavojingąsias atliekas. Numatyta tobulinti pavojingųjų atliekų tvarkymo teisės aktų sistemą, jų surinkimą, vežimą, saugojimą ir šalinimą. Įgyvendinant Programą, planuojama įrengti 9 tūkst. t per metus pajėgumo pavojingųjų atliekų saugojimo sąvartyną ir pastatyti 8 tūkst. t per metus pajėgumo pavojingųjų atliekų deginimo įmonę. Vykdant Programos komponentą „Praeities taršos sutvarkymas“, bus siekiama surinkti ir pašalinti nenaudotinus pesticidus, bankrutavusiose įmonėse susikaupusias atliekas, išvalyti nuo pavojingųjų atliekų užterštas teritorijas ir sandėlius.

5.6. Teisės aktai, reglamentuojantys aplinkos komponentų technogeninę cheminę taršą

Lietuvoje per septyniolika Nepriklausomybės atkūrimo metų sukurta teisės aktų, reglamentuojančių aplinkos komponentų kokybę saugos sveikatai aspektu, sistema. Pamatiniai aplinkosauginiai ir su jais susiję visuomenės sveikatos išsaugojimo ir stiprinimo reikalavimai nustatyti Lietuvos Respublikos įstatymuose.

Lietuvos Respublikos planuojamos ūkinės veiklos poveikio aplinkai vertinimo, aplinkos oro apsaugos, vandens, geriamojo vandens, cheminių medžiagų ir preparatų, nuodingųjų cheminių medžiagų kontrolės, atliekų tvarkymo bei kiti įstatymai reglamentuoja visuomeninius santykius konkrečiose ūkinės veiklos srityse, taip pat nustato reikalavimus, susijusius su aplinkai ir visuomenės sveikatai saugių technologijų ir geriausių gamybos būdų įgyvendinimu, aplinkos komponentų technogeninės taršos mažinimu bei gyvenimo kokybės gerinimu.

Pagrindinių aplinkos orą teršiančių cheminių medžiagų ir kietųjų dalelių PM_{10} ir $PM_{2,5}$ koncentracijų ribinės vertės reglamentuojamos pagal Europos Sąjungos (ES) kriterijus. Nekenksmingas žmonių sveikatai aplinkos oro teršalų koncentracijas nustato Pasaulio sveikatos organizacija, išleisdama atitinkamas Rekomendacijas [216]. Kenksmingųjų cheminių medžiagų koncentracijų ribinės vertės gyvenamosios aplinkos ore reglamentuojamos pagal Lietuvos higienos normos HN35:2007 „Didžiausia leidžiama cheminių medžiagų (teršalų) koncentracija gyvenamosios aplinkos ore“ [70] reikalavimus. Geriamojo vandens kokybė reglamentuojama pagal Lietuvos higienos normos HN24:2003 „Geriamojo vandens saugos ir kokybės reikalavimai“ [217] reikalavimus. Į teisės aktą perkeltos Tarybos direktyvos 91/676/EEB dėl vandenų apsaugos nuo žemės ūkyje naudojamų nitratų taršos, Tarybos direktyvos 98/83/EB dėl žmonėms vartoti skirto vandens kokybės nuostatos. Dirvožemio technogeninė tarša vertinama pagal Lietuvos higienos normos HN60:2004 „Pavojingų cheminių medžiagų didžiausios leidžiamos koncentracijos dirvožemyje“ [219].

Pagrindinis kriterijus technogeniniams teršalams aplinkos komponentuose reglamentuoti – tai nustatytų ribinių teršalų **koncentracijų dydžių nekenksmingumas žmonių sveikatai ir jų nepavojingumas aplinkai.** Pagal Lietuvos higienos normoje HN35:2007 pateiktą gyvenamosios aplinkos oro užterštumo ribinės vertės apibrėžtį – tai mokslinių tyrimų nustatytas oro užterštumo lygis, pagal turimus duomenis nedarantis žalingo poveikio žmonių sveikatai ir aplinkai. Pagal Lietuvos higienos normoje HN60:2004 nustatytus reikalavimus, cheminių teršalų didžiausia leidžiama koncentracija dirvožemyje – tai yra jų kiekis, kuris nekenkia žmogaus sveikatai, veikdamas jį neribotą laiką ir neturi nepalankios įtakos ateinančioms kartoms. Žmonių sveikatos išsaugojimo kriterijais vadovaujamasi nustatant aplinkos komponentų teršalų koncentracijų ribines vertes pagal Pasaulio sveikatos organizacijos (PSO) ir

Europos Sąjungos (ES) direktyvų nuostatas. Tačiau, reglamentuojant technogeninius teršalus aplinkoje ir gyvenamųjų patalpų ore, tarp Lietuvos teisės aktų, PSO ir ES dokumentų yra kai kurių skirtumų.

Pagal Europos Sąjungos kriterijus aplinkos ore nustatomi sieros dioksido, azoto dioksido, anglies viendeginio, benzeno, ozono, švino, kadmio, arseno, nikelio, gyvsidabrio, policiklinių aromatinių angliavandenilių (PAA), smulkių ir suspenduotų kietųjų dalelių koncentracijų ribiniai dydžiai. Nustatyti tam tikrų teršalų 1 val., 8 val., paros ir metų didžiausi bei vidutiniai dydžiai. Pagal Lietuvos higienos normos HN35:2007 reikalavimus gyvenamojoje aplinkoje vertinami 20–30 min. (vienkartiniai) ir 24 val. (vidutiniai paros) kenksmingųjų medžiagų koncentracijų dydžiai. Vienkartinės koncentracijų vertės, nustatomos iš mažiausiai dviejų oro mėginių tyrimų, vidutinėms paros koncentracijų vertėms nustatyti reikalaujama ištirti mažiausiai keturis gyvenamosios aplinkos oro mėginius. Taigi pusės valandos aplinkos teršalų koncentracijų verčių nustatymas labiau tinka avarijoms, kitoms situacijoms, susijusioms su staigia aplinkos tarša, pasekmėms tirti. Aplinkos oro teršalų reglamentavimas pagal koncentracijų metinius dydžius leidžia vykdyti jų nuolatinę stebėseną pasirinktose vietose, reprezentuojančiose tiek išplėtotos pramonės rajonus, tiek išplėtotos transporto infrastruktūros ir gyvenamąsias teritorijas.

5.1 lentelėje pateiktos pagrindinių antropogeninių teršalų koncentracijų aplinkos komponentuose ribinės vertės pagal Lietuvos higienos normas ir ES kriterijų reikalavimus.

Kaip matyti iš 5.1 lentelės, aplinkos oro teršalų koncentracijų ribinės vertės, nustatytos pagal ES kriterijus, grindžiamos ilgesnio laiko oro kokybės stebėjimais. Trumpalaikio poveikio ribinių koncentracijų vertės nustatomos įvertinus kelių valandų verčių vidurkius, o ilgalaikio poveikio – metinio monitoringo duomenis. Išmetamųjų teršalų sklaidai apskaičiuoti sukurtos jų pasklidimo aplinkos ore modeliavimo metodikos, kurios leidžia įvertinti ir kiekvieno teršalo išmetimo, ir aplinkos meteorologines bei kraštovaizdžio sąlygas. Kitas skirtumas tas, kad pagal Europos Sąjungos kriterijus leidžiamas tam tikras trumpalaikis teršalų koncentracijų ribinių verčių viršijimas. Taip pat pagal ES direktyvų reikalavimus nustatomos teršalų parametrų aplinkos ore siektinos vertės, kurių šalys narės turi pasiekti per tam tikrą laiką.

Kita vertus, aplinkos oro cheminių teršalų koncentracijų ribinės vertės gali būti nustatomos, atsižvelgus į jų poveikio žmogaus organizmui pobūdį. Ūminio poveikio teršalų ribinės koncentracijų vertės tiksliau nustatomos pagal trumpalaikių (15–20 min., 0,5–1 val.) ekspozicijų vidurkines vertes. Kai aplinkos oro teršalas nepasižymi ūminiu poveikiu arba, patekęs į organizmą, jame kaupiasi, ribinės koncentracijų vertės nustatomos daugiau atsižvelgus į vidutinės trukmės (8–24 val.) arba ilgalaikių (mėnesio, metų) ekspozicijų vidurkines vertes.

5.1 lentelė. Aplinkos oro teršalų koncentracijų ribinės vertės

Aplinkos teršalas	Norminimo sritis				
	Aplinkos oras			Geriamasis vanduo	Dirvožemis
	Normatyvinis dokumentas				
	Teršalai, kurių kiekis aplinkos ore ribojamas pagal nacionalinius ir ES kriterijus			Higienos norma HN 24:2003	Higienos norma HN 60:2004
	Koncentracijos vertė, mg/m^3			Koncentracijos vertė, µg/*l*	Koncentracijos vertė, mg/kg
	20–30 min.	vidutinė			
		paros	metų		
1	2	3	4	5	6
Amoniakas (NH_3)	0,20	0,04	–	Amonis 0,5 mg/*l*	–
Anglies oksidas (CO)	5	3; 8 val. – 10*	–	–	–
Arsenas	–	0,003	6 ng/m^3* (siektina iki 2012 m.)	10	10
Azoto dioksidas	0,085; 1 val. –0,2*	0,04	0,04*	–	–
Benzenas	1,5	0,1	5 µg/ m^3*	1,0	–
Chloras (Cl)	0,1	0,03	–	–	–
Chromas (CrO_3)	0,0015	0,0015	–	50	100
Gyvsidabris (Hg)	–	0,0003	–	1,0	1,5
Kadmis (Cd)	–	0,05	5 ng/m^3* (siektina iki 2012 m.)	5,0	3,0

5.1 lentelės pabaiga

1	2	3	4	5	6
Kobaltas (Co)	–	0,04	–	–	30
Manganas (Mn)	0,01	0,001	–	–	1500
Nikelis (Ni)	–	0,001	20 ng/m^3* (siektina iki 2012 m.)	20	75
Ozonas (O_3)	0,16	0,03; 8 val. – 0,12* (siektina iki 2010 m.)	–	–	–
Sieros dioksidas (SO_2)	0,5; 1 val.– 0,35*	0,05 0,125*	–	–	–
Švinas (Pb)	–	0,0003	0,5 µg/ m^3*	25; 10 – nuo 2013-12-26	100

Pastaba. * žyme pažymėtos aplinkos orą teršiančių medžiagų ribinės vertės, nustatytos pagal Europos Sąjungos kriterijų reikalavimus.

Pagal PSO aplinkos oro teršalų norminimo rekomendacijas Europai anglies monoksido 15 min. ekspozicijai taikytina 100 mg/m^3 koncentracijos ribinė vertė, 0,5 val. ekspozicijai – 60 mg/m^3 ribinė vertė, 1 val. poveikiui – 30 mg/m^3 ribinė vertė, 8 val., t. y. darbo dienos trukmės ekspozicijai, – 10 mg/m^3 ribinė vertė. Trumpalaikio poveikio koncentracijų aplinkos ore ribinės vertės taip pat rekomenduojamos formaldehido nekenksmingam lygiui nustatyti. Sunkiųjų metalų (kadmio, švino, gyvsidabrio, mangano) ribinių koncentracijų vertės nustatomos pagal jų kiekio aplinkos ore metinio stebėjimo duomenų vidurkius.

Lietuvos higienos normos HN35:2007 reikalavimai taikytini atliekant valstybinę ūkinės veiklos visuomenės sveikatos saugos ekspertizę dėl leidimo-higienos paso ūkinei veiklai išduoti, rengiant išvadas dėl baigtų statyti objektų pripažinimo tinkamais naudoti, nagrinėjant gyventojų skundus, susijusius su gyvenamosios aplinkos taršimu cheminėmis medžiagomis bei dulkėmis. Aplinkos oro užtaršos monitoringo duomenys tinkami naudoti, nustatant užterštumo pagrindiniais teršalais foną, vertinant planuojamos ūkinės veiklos poveikį aplinkai ir visuomenės sveikatai, priimant teritorijų planavimo sprendinius, juos suskirstant pagal pagrindinę paskirtį, nustatant pramonės teritorijų sanitarinių apsaugos zonų ribas ir kt.

Kaip matyti iš 5.1 lentelės, pagal ES aplinkos oro teršalų norminimo kriterijus sieros dioksido vienos valandos ribinė vertė, kuri neturi būti viršyta daugiau kaip 24 kartus per kalendorinius metus, yra 350 μg/m^3, arba 0,035 mg/m^3, paros ribinė vertė, kuri neturi būti viršyta daugiau kaip 3 kartus per kalendorinius metus, yra 125 μg/m^3, arba 0,125 mg/m^3. Azoto dioksido vienos valandos ribinė vertė, kuri neturi būti viršyta daugiau kaip 18 kartus per kalendorinius metus, yra 85 μg/m^3, arba 0,085 mg/ m^3, paros ribinė vertė, yra 40 μg/m^3, arba 0,04 mg/m^3. Švino metinė ribinė vertė 0,5 μg/m^3, 0,0005 mg/m^3. Didžiausias ozono koncentracijos paros vidurkis per 8 valandas neturės viršyti 120 μg/m^3, arba 0,12 mg/m^3.

Pagal Europos Parlamento ir Tarybos direktyvą 2004/107/EB dėl arseno, kadmio, gyvsidabrio, nikelio ir policiklinių aromatinių angliavandenilių aplinkos ore nustatytos siektinos išvardytų teršalų vertės. Pagal Direktyvoje pateiktą apibrėžtį siektina vertė – tai koncentracija aplinkos ore, nustatyta siekiant išvengti, užkirsti kelią arba sumažinti žalingą poveikį žmonių sveikatai ir visai aplinkai. Ji turi būti pasiekta, jei įmanoma, per nustatytą laikotarpį. Lietuvoje išvardytų sunkiųjų metalų koncentracijų aplinkos ore siektinos vertės iki 2012 m. turi būti tokios: arseno − 6 ng/m^3, kadmio − 5 ng/m^3, nikelio − 20 ng/m^3. Kontroliuojamas išvardytų sunkiųjų metalų vidutinis per kalendorinius metus kiekis kietųjų dalelių PM_{10} frakcijoje. Siektina ozono vertė pagal žmonių sveikatai saugos kriterijų iki 2010 m. Nustatyta ribinė vertė neturės būti viršijama daugiau kaip 25 paras per kalendorinius metus imant trejų metų koncentracijų verčių vidurkį. Policikliniams aromatiniams angliavandeniliams (PAA) Direktyvoje atstovauja benzpirenas, kuris traktuojamas kaip PAA junginių buvimo aplinkos ore indikatorius. Tačiau Direktyvoje nurodyta, kad Europos Sąjungos valstybės narės turi keliose matavimo vietose kontroliuoti ir kitus policiklinius aromatinius angliavandenilius: benzo(a)antraceną, benzo(b)fluoranteną, benzo(j)fluoranteną, benzo(k) fluoranteną, indeno(1,2,3-cd)pireną, dibenz(a,h)antraceną. Benzpireno siektina iki 2012 m. vertė − 1 ng/m^3.

Pagal ES aplinkos oro teršalų norminimo kriterijus kietųjų dalelių (PM_{10}) paros ribinė vertė − 50 μg/m^3, kuri neturi būti viršyta 35 kartus per metus. Kietųjų dalelių ($PM_{2,5}$) vidutinės paros koncentracijos ribinė vertė – 40 μg/m^3. Kietųjų dalelių PM_{10} metinė ribinė vertė − 40 μg/m^3. Tarptautinė institucija, besirūpinanti aplinkos oro kokybės gerinimu Europos mastu, Komisija *CAFÉ* (*Cleaner Air for Europe*) numato tolesnį kietųjų dalelių $PM_{2,5}$ ir ozono koncentracijų aplinkos ore sugriežtinimą. Urbanizuotose teritorijose kietųjų dalelių PM_{10} kiekis siekia 0,5–0,8 kietųjų dalelių kiekio. Todėl manoma, kad saugi gyventojų sveikatai vidutinė metinė kietųjų dalelių PM_{10} koncentracijos vertė yra ne didesnė kaip 20 μg/m^3, kietųjų dalelių $PM_{2,5}$ − ne didesnė 10 μg/m^3.

Pagal Lietuvos higienos normos HN 35:2007 reikalavimus, kai gyvenamosios aplinkos ore yra cheminių teršalų, pasižyminčių vienodu poveikiu žmogaus sveikatai, vertinama suminė aplinkos tarša:

$$C_1/DLK_1 + C_2/DLK_2 + C_3/DLK_3 + C_n/DLK_n \leq 1, \tag{5.2}$$

čia: C_1, C_2, C_3, C_n – suminio (potencinio, sinerginio) poveikio cheminių teršalų faktiškos koncentracijų vertės aplinkos ore, mg/m^3; $DLK_{1,}$ $DLK_{2,}$ $DLK_{3,}$ DLK_n – aplinkos oro teršalų didžiausios ribinių koncentracijų vertės, mg/m^3.

Suminiu poveikiu pasižymi tokių aplinkos oro cheminių teršalų deriniai: acetonas, akroleinas ir ftalio anhidridas; acetonas ir fenolis; amoniakas ir vandenilio sulfidas; azoto dioksidas, sieros dioksidas, anglies oksidas ir fenolis ir kt.

Pagal PSO aplinkos oro teršalų norminimo rekomendacijų Europai antrąją leidimo **klasifikaciją, cheminiai oro teršalai suskirstyti į keturias grupes** − klasikinius, organinius, neorganinius ir uždarųjų patalpų teršalus. Klasikiniais atmosferos teršalais laikomi azoto dioksidas, sieros dioksidas, ozonas ir kiti fotocheminiai oksidantai, kietosios dalelės. Organinių aplinkos oro teršalų grupei priskirti akrilnitrilas, benzenas, anglies disulfidas, anglies monoksidas, formaldehidas, policikliniai aromatiniai angliavandeniliai (PAHs), polichlorintieji bifenilai (PCBs), polichlorintieji dibenzodioksinai ir dibenzofuranai (PCDDs/PCDs), stirenas, trichloretilenas, tetrachloretilenas, toluenas, vinilchloridas. Į neorganinių teršalų sąrašą įtraukti asbestas, arsenas, chromas, fluoridai, gyvsidabris, kadmis, manganas, nikelis, švinas, vanadis, vandenilio sulfidas. Patalpų oro teršalais laikomi tabako dūmai, mineralinių medžiagų kietosios dalelės, stiklo vatos plaušeliai, radonas [219].

PSO aplinkos oro cheminių teršalų norminimas grindžiamas didžiausia teršalo koncentracija, kuri pagal epidemiologinių tyrimų, ekologinius ar toksikologinio eksperimento duomenis nesukelia augalų, gyvūnų ir žmogaus organizmo įrodomų morfologinių, funkcinių, vystymosi sutrikimų. Pagal išvardytus kriterijus tokia aplinkos oro teršalo koncentracija, kuri traktuojama kaip nesukelianti sveikatos sutrikimų, vadinama *No-observed adverse effect level* (*NOAEL*). Aplinkos oro cheminio teršalo mažiausia koncentracija, sukelianti sveikatos sutrikimų, vadinama *Lowest-observed adverse effect level* (*NOAEL*). Skirtumas tarp didžiausios neveikiančios ir mažiausios veikiančios teršalo koncentracijos gali būti traktuojamas kaip toksikologinio eksperimento ar kitokio tyrimo duomenų neapibrėžties išdava.

Vėžinius susirgimus sukeliantiems aplinkos oro teršalams (benzenui, akrilnitrilui) PSO nerekomenduoja nustatyti ribinių koncentracijų. Teigiama, kad benzeno koncentracija aplinkos ore, siekianti 0,17 μg/m^3, siejama su rizika susirgti kraujo vėžiu santykiu 1/1 000 000.

Pagal Taršos integruotos prevencijos ir kontrolės leidimų išdavimo, atnaujinimo ir panaikinimo taisyklių reikalavimus ūkio subjektai, norėdami gauti ar atnaujinti leidimus, Aplinkos ministerijai arba jos įgaliotai įstaigai turi pateikti nustatytos formos informaciją, įrodančią, kad jų technogeninis poveikis aplinkai nepažeidžia aplinkosaugos įstatymų ir kitų teisės aktų reikalavimų, reglamentuojančių aplinkos oro ir kitų aplinkos komponentų kokybę.

Pagal stacionarių aplinkos oro taršos šaltinių išmetamųjų teršalų matavimo ir sklaidos pažemio atmosferos sluoksnyje duomenis, taip pat atsižvelgiant į fonines aplinkos oro teršalų koncentracijų vertes, nustatomi didžiausi leidžiami išmetamųjų teršalų dydžiai. Kai ūkio subjektas juos viršija, išieškomos baudos už aplinkos taršą.

Aplinkos ministro įsakymu nustatyta tvarka, pagal kurią Europos Komisijai turi būti teikiamos metinės ataskaitos apie mūsų šalies aplinkos kokybę. Ūkio subjektai, vykdantys veiklą, susijusią su jos poveikiu aplinkos orui, turi pateikti ataskaitas apie įvertintus išmetamuosius teršalus. Aplinkos oro kokybė turi būti vertinama pagal Aplinkos ministro įsakymu patvirtintos programos reikalavimus.

Aplinkos oro teršalai, kurių koncentracijos vertė mažesnė, nei galinti pakenkti sveikatai, tačiau sukelia gyventojų nepasitenkinimą dėl skleidžiamo **nemalonaus kvapo**, norminami atsižvelgus į jų juslinį poveikį. Tokioms cheminėms medžiagoms norminti naudojami tokie kriterijai:

- mažiausios cheminės medžiagos, skleidžiančios kvapą, koncentracijos nustatymas bent pusėje aplinkos oro mėginių;
- cheminės medžiagos skleidžiamo kvapo atpažinimas bent pusėje ekspertinio vertinimo atvejų;
- nepasitenkinimą pašaliniu oro kvapu pareiškia bent 5 % gyventojų per trumpesnį nei 2 % laiką.

Aplinkos oro teršalo, skleidžiančio nemalonų kvapą, pirmas norminimo kriterijus laikomas slenkstiniu indikacijos lygiu (d*etection treshold level*), antras – slenkstiniu atpažinimo lygiu (*recognition treshold level*), trečias – slenkstiniu nemalonaus pojūčio lygiu (*nuisance treshold level*).

Kvapo vertinimo vienetas (*Europian odour unit*) yra 1 ou_E/m^3 (*odour unit*/m^3). Tai yra toks kvapą skleidžiančios medžiagos kiekis, kuriam esant 1 m^3 oro pašalinį kvapą užuodžia bent pusė oro kokybės vertintojų. Standartiniam kvapo vienetui nustatyti pasirinktas butilo alkoholio izomeras (n-butanolis). Šios medžiagos 123 μg išgarinus 1 cm^3 neutraliųjų dujų, juose susidaro 0,04 μmol/mol n-butanolio koncentracija. Aplinkos oro kvapo intensyvumą taip pat galima vertinti kvapą skleidžiančios cheminės medžiagos koncentracijos vertę padalijus iš jos kvapo pajutimo slenkstinės vertės. Kai kurių kvapiųjų cheminių medžiagų kvapo pajutimo koncentracija yra mažesnė nei jų koncentracijos aplinkos ore ribinė vertė (5.2 lentelė).

Iš 5.2 lentelėje pateiktų duomenų matyti, kad acto rūgšties, akrilo rūgšties, heksanolio, trimetilamino kvapo pajutimo koncentracija 4,65−57,7 karto mažesnė nei išvardytų cheminių medžiagų ribinių koncentracijų vertės.

Įmonėms, kurių technologiniai procesai yra susiję su nemalonių arba kitų pašalinių kvapų išsiskyrimu, nustatomos 500−1 000 m sanitarinių apsaugos zonų ribos arba reikiami atstumai, kurie turėtų apsaugoti gyventojus nuo nemalonių aplinkos oro kvapų. Tačiau net tokie nemaži atstumai kartais negelbsti gyventojų nuo nepriimtinos aplinkos oro kokybės. Todėl kai kuriose pasaulio, visų pirma Europos Sąjungos, šalyse, tarp jų ir Lietuvoje, pradėta technogeninius oro kvapus norminti ir imtis priemonių kvapų sklaidai mažinti.

5.2 lentelė. Aplinkos oro teršalų kvapo pajutimo ir ribinių koncentracijų aplinkos ore vertės

Cheminė medžiaga	CAS Nr.	Cheminės medžiagos koncentracijos vertė, mg/m^3	
		ribinė, vienkartinė	pajutimo slenkstinė
Acto rūgštis	64-19-7	0,20	0,043
Akrilo rūgštis	79-10-7	0,10	0,0013
Anglies disulfidas	75-15-0	0,03	0,0275
Butilacetatas	123-86-4	0,1	0,047
Heksanolis	111-27-3	0,8	0,005
Ksilenas	1330-20-7	0,2	0,078
Trimetilaminas	75-50-3	0,15	0,0026
Vandenilio sulfidas	7783-06-4	0,008	0,00076

Geriamuoju vandeniu laikomas vanduo, kuris tiekiamas vartotojams centralizuoto vandens tiekimo tinklais pastatų viduje, per vandens kolonėles, taip pat parduodamas fasuotas vanduo. Tam tikrais atvejais geriamasis vanduo gali būti tiekiamas gyventojams specialiųjų automobilių cisternose. Higienos normoje HN24:2003 nustatyta, kad tiekiamas geriamasis vanduo yra saugus ir sveikas vartoti, kai jame nėra mikroorganizmų, parazitų ir cheminių medžiagų, dėl jų skaičiaus ar koncentracijų, keliančių pavojų žmonių sveikatai.

Reglamentuojami geriamojo vandens mikrobinių, toksinių (cheminių) ir indikatorinių rodiklių dydžiai. Pagal Higienos normoje pateiktą apibrėžtį indikatorinis rodiklis − tai mikrobinis, cheminis ar fizikinis rodiklis, apibūdinantis gamtinio (žalio vandens) savybes, taip pat geriamojo vandens ruošimo ir tiekimo technologiją.

Geriamojo vandens 100 ml mėginyje turi nebūti žarninės lazdelės bei žarninių enterokokų. Fasuojamam geriamajam vandeniui nustatyti griežtesni mikrobinio užterštumo reikalavimai. Išvardytų mikroorganizmų turi nebūti 250 ml fasuojamo vandens. Fasuotam vandeniui taip pat nustatyti mikrobinio užterštumo apribojimai, kai jo temperatūra siekia 22 °C ir 37 °C.

Geriamajame vandenyje reglamentuojami 25 sveikatai kenksmingi komponentai, tarp jų − sunkieji metalai (arsenas, chromas, gyvsidabris, kadmis, nikelis, stibis, švinas, varis), boras, cianidai, nitratai, nitritai, organinės medžiagos, tarp jų – pesticidai, policikliniai aromatiniai angliavandeniliai, benzenas, benzpirenas, haloforminiai junginiai ir kitos cheminės medžiagos. Haloformų atsiradimas geriamajame vandenyje dažniausiai yra susijęs su vandens dezinfekavimu chloru. Daugumos cheminių medžiagų ribinės koncentracijos vertinamos µg/*l*, fluorido, nitrato ir nitrito – mg/*l*. Kai kurių vandens technogeninių teršalų koncentracijų ribinės vertės pateiktos 5.1 lentelėje.

Pagal geriamojo vandens indikatorinius rodiklius norminamas vandens kvapo, skonio slenkstis, spalva, drumstumas, vandenilio jonų koncentracija, pH (6,5−9,5), savitasis elektros laidis (2500 μS^{-1}), taip pat norminami radiologiniai rodikliai (tričio tūrinis aktyvumas − 100 Bq/*l*, metinė efektinė dozė – 0,10 mSv). Cheminiais geriamojo vandens indikatoriniais rodikliais laikomos aliuminio, amonio, chlorido, bendrosios geležies mangano, sulfato, permanganato indekso vertės, mg/lO_2.

PSO rekomendacijų dėl geriamojo vandens kokybės duomenimis, dezinfekuojamame chloru arba ozonu geriamajame vandenyje atsiranda antrinių cheminės taršos junginių – chlorfenolių, trichlormetanų, bromatų, kitų antrinės cheminės užtaršos junginių, dezinfekuotame vandenyje taip pat gali atsirasti formaldehido. Išvardytų cheminių medžiagų atsiradimą tiekiamame geriamajame vandenyje lemia kenksmingumą šalinančių medžiagų ir vandenyje esančių gamtinių organinių priemaišų reakcijos produktai. Formaldehido buvimas vandenyje taip pat gali būti siejamas su kenksmingumą šalinančių medžiagų poveikiu plastikiniams vamzdžiams. Nurodyta, kad geriamajame vandenyje, kuriame yra ozono, formaldehido koncentracija gali siekti iki 30 µg/*l* [218]. Haloforminių junginių tiekiamame geriamajame vandenyje atsiranda, kai dezinfekuojančios medžiagos – chloro arba chloro dioksido – dozė siekia 0,25 mg/*l* [17].

Natūralaus mineralinio vandens, šaltinių vandens, mineralizuoto geriamojo vandens kokybė norminama pagal Lietuvos higienos normos HN 28:2003 „Natūralaus mineralinio vandens ir šaltinio vandens naudojimo ir pateikimo į rinką reikalavimai“ reikalavimus. Natūraliame mineraliniame vandenyje, šaltinių ir mineralizuotame geriamajame vandenyje ribojamas mikroorganizmų (koliforminės bakterijos, žarninio enterokoko, žaliamėlės pseudomonos) skaičius, sunkiųjų metalų, nitrato, nitrito, cianidų koncentracijos. Pagal higienos normos HN 28:2003 reikalavimus natūraliame mineraliniame ir jam pagal kokybės rodiklius prilyginame vandenyje turi nebūti fenolio ir jo junginių, paviršinio aktyvumo medžiagų (ploviklių), pesticidų ir polichlorintųjų bifenilų (PCB). Taip pat yra norminamos natūralųjį mineralinį vandenį apibūdinančių jonų – hidrokarbonato, HCO_3^-, chlorido Cl^-, sulfato, SO_4^{2-}, Ca^{2+}, Na^+, Mg^{2+} − bei kitų komponentų koncentracijų vertės.

Žmogaus vartojamo vandens kokybės reikalavimus nustato Lietuvos higienos norma HN 24:2003. Vartojamu vandeniu laikomas neapdorotas individualių artezinių ar šachtinių šulinių ir versmių vanduo, kurį maisto gamybai ar buitinėms reikmėms vartoja ne daugiau kaip 50 žmonių ir kurio per dieną suvartojama ne daugiau kaip 10 m^3. Toks vanduo negali būti vartojamas ūkinei komercinei ar viešajai veiklai. Vartojamame vandenyje neturi būti ligas sukeliančių mikroorganizmų ir parazitų. Vartojamo vandens 100 ml ėminyje turi nebūti žarninės lazdelės ir žarninių enterokokų. Higienos normoje nustatytos 25 pavojingųjų cheminių medžiagų koncentracijų ribinės vertės. Sureglamentuotos aliuminio, amonio, chloridų, mangano, natrio, sulfatų, vandenilio jonų (pH) koncentracijos. Taip pat nustatytos priimtinos vartojamo vandens juslinės savybės – drumstumas, spalva, kvapo ir skonio slenksčiai.

Pagal Lietuvos higienos normos HN60:2004 reikalavimus sunkiųjų metalų koncentracijų dirvožemyje ribinės vertės (5.1 lentelė) nustatytos, atsižvelgiant į jų fonines koncentracijas, kurios savo ruožtu priklauso nuo dirvožemio struktūros (5.3 lentelė).

5.3 lentelė. Sunkiųjų metalų koncentracijų dirvožemyje ribinės vertės

Cheminė medžiaga	Didžiausia leidžiama koncentracija, mg/kg	Foninė koncentracija smėlio ir priesmėlio dirvožemyje, mg/kg	Foninė koncentracija molio ir priemolio dirvožemyje, mg/kg
Chromas	100	30	44
Cinkas	300	26	36
Kadmis	3	0,15	0,2
Kobaltas	30	4,3	6,4
Nikelis	75	12	18
Švinas	100	15	15
Varis	100	8,1	11

Pagal higienos normos HN60:2004 „Pavojingų cheminių medžiagų didžiausios leidžiamos koncentracijos dirvožemyje“ reikalavimus **užterštu dirvožemiu laikomas dirvožemis,** kuriame bent vienos cheminės medžiagos kiekis viršija didžiausios leidžiamos koncentracijos (DLK) vertę arba suminio užterštumo rodiklis Z_d viršija leistiną lygį, ir tai kelia pavojų jame augantiems augalams, požeminiam vandeniui ir gyventojų sveikatai. Technogeninis dirvožemio užterštumas vertinamas atsižvelgus į foninį, natūraliai dirvožemyje esantį cheminių medžiagų kiekį. Norminamos tokios cheminių teršalų grupės: metalai ir neorganiniai junginiai, aromatiniai angliavandeniliai, policikliniai aromatiniai angliavandeniliai, halogenintieji angliavandeniliai ir pesticidai. Iš viso norminami 77 cheminiai teršalai. Jų DLK ribinė vertė išreiškiama mg 1 kg dirvožemyje (mg/kg). Į fononinį cheminių medžiagų kiekį atsižvelgiama tiktai vertinant dirvožemio užterštumą metalais ir neorganiniais junginiais.

Pagal higienos normoje pateiktą lygtį apskaičiuojamas dirvožemio užterštumo kiekvienu teršalu koeficientas:

$$K_0 = C / DLK, \quad (5.3)$$

čia: K_0 – dirvožemio užterštumo technogeniniu teršalu koeficientas; C – teršalo koncentracijos tiriamajame dirvožemio mėginyje vertė, mg/kg (atmetus foninį cheminės medžiagos kiekį); DLK – teršalo didžiausia leidžiamos koncentracijos dirvožemyje vertė, mg/kg.

Dirvožemio užterštumas sunkiaisiais metalais vertinamas apskaičiuojant sunkiojo metalo koncentracijos koeficientą:

$$K_k = C/C_f, \tag{5.4}$$

čia: K_k – dirvožemio užterštumo sunkiuoju metalu koeficientas; C – nustatyta sunkiojo metalo koncentracijos tiriamajame dirvožemio mėginyje vertė, mg/kg; C_f – foninė sunkiojo metalo koncentracijos vertė tiriamajame dirvožemio mėginyje, mg/kg.

Dirvožemio užterštumo pavojingumas technogeniniu cheminiu teršalu vertinamas kaip leistinas, kai koeficiento K_0 vertė yra mažesnė nei 1,0. Kai koeficiento K_0 vertė siekia 3,0, dirvožemio užterštumas yra vidutiniškai pavojingas. Užterštumo koeficientui K_0 pasiekus 10,0, dirvožemis laikomas pavojingai užterštu, o kai koeficiento K_0 vertė didesnė – ypač pavojingai užterštu.

Pagrindinė literatūra

1. *Air Quality Guidelines for Europe*. Second Edition. WHO Regional Publicutions, European Series, No 91, 2000. 273 p.
2. *Aplinkos apsaugos terminų žodynas.* Vilnius: AB Spindulys, 2000. 520 p.
3. AŠMENSKAS, A.; BAUBINAS, A.; OBELENIS, V.; ŠIMKŪNIENĖ, B. *Aplinkos medicina*. Vilnius: Avicena, 1997. 481 p.
4. BALTRĖNAS, P.; BUTKUS D.; OŠKINIS, V.; VASAREVICIUS S.; ZIGMONTIENĖ A. *Aplinkos apsauga*. Vilnius: Technika, 2008. 564 p.
5. BALTRĖNAS, P.; LYGIS, D.; MIERAUSKAS, P.; OŠKINIS, V.; ŠIMAITIS, R. *Aplinkos apsauga*: vadovėlis. Vilnius: Enciklopedija, 1996. 287 p.
6. BALTRUKONIS, J. *Ekologija tavo namuose*. Kaunas: Sveikatos miestas, 1997. 304 p.
7. *Environmental Health. Guidlines for Healthy Housing*. World Health Organization, Regional Office for Europe, Copenhagen, 1988, 244 p.
8. GRAŽULEVIČIENĖ, R. *Aplinkos epidemiologija ir rizikos sveikatai vertinimas:* bendrasis vadovėlis Kaunas: VDU leidykla, 2005. 291 p.
9. GRAŽULEVIČIENĖ, R. *Žmogaus ekologija*. Kaunas: VDU leidykla, 2002. 191 p.
10. HEINRICH, D.; HERGT, M. *Ekologijos atlasas*. Vilnius: Alma littera, 2000. 280 p.
11. *Jonizuojančioji spinduliuotė (radiacija): sauga, sveikata, ekologija:* vadovėlis. Parengtas vadovaujant doc. A. Urbeliui. Vilnius: Vilniaus universiteto leidykla, 2005. 226 p.
12. JUKNYS, R. *Aplinkotyra*. Bendrasis vadovėlis. Kaunas: Vytauto Didžiojo universitetas. 2005. 334 p.
13. JUODKAZIS, V.; KUČINGIS, Š. *Geriamojo vandens kokybė ir jo norminimas*. Vilnius: Vilniaus universiteto leidykla, 1999. 153 p.
14. KALĖDIENĖ, R.; PETRAUSKIENĖ, J.; RIMPELA, A. *Šiuolaikinio visuomenės sveikatos mokslo teorija ir praktika*. Kaunas: Šviesa, 1999. 181 p.
15. MAČIŪNAS E.; MAČIŪNIENĖ R.; MAJUS S.; JUZUOLYNAS, A. *Aplinkos sveikata ir nuodingosios medžiagos.* Vilnius: Valstybinis aplinkos sveikatos centras, 2005. 172 p.
16. PTAŠEKAS, R. *Aplinkos lemiama didmiesčio gyventojų patologija.*Vilnius: Akademija, 1999. 102 p.
17. SPRUOGIS, A.; JASKELEVIČIUS, B. *Atliekos ir jų tvarkymas*: mokomoji knyga. Vilnius: Technika, 2000. 210 p.
18. ŠEŠELGIS, K. *Aplinkos apsauga*. Vilnius: Mokslas, 1991. 209 p.
19. НИКИТИН, Д.; Новиков, Ю. *Окружающая среда и человек*: учебник для высших школ. Москва: Высшая школа, 1986. 415 с.
20. ПРОТАСОВ, В. *Экология, здоровье и охрана окружающей среды в России*. Москва: Финансы и статистика, 2001. 670 с.
21. РЕЙМЕРС, Н. *Природопользование*. Москва: Мысль, 1990. 635 с.
22. СТЕПАНОВСКИХ, А. *Прикладная экология. Охрана окружающей среды*: учебник. Москва: JUNYTI, 2003. 751 с.

Rekomenduojamoji literatūra

1. *Aplinkos apsaugos terminų žodynas*. Vilnius: AB „Spindulys“, 2000. 520 p.
2. РЕЙМЕРС, Н. *Природопользование*. Москва: Мысль, 1990. 635 с.
3. JUKNYS, R. *Aplinkotyra*: bendrasis vadovėlis. Kaunas: VDU leidykla, 2005. 334 p.
4. СТЕПАНОВСКИХ, А. *Прикладная экология. Охрана окружающей среды*: учебник. Москва: JUNITY, 2003. 751 с.
5. АКИМОВА, Т.; КУЗМИН, А.; ХАСКИН, В. *Экология. Природа – Человек – Техника*. Москва: JUNITY, 2001. 343 с.
6. КЛАРК, Д. *Наука и технология. Люди, даты и события*. Москва: Астрель, 2002. 334 с.
7. *Einšteino mintys*. Kaunas: Verba vera, 2001. 328 p.
8. *Наше общее будущее*. Москва: Прогресс, 1989. 372 с.
9. ПРОТАСОВ, В. *Экология, здоровье и охрана окружающей среды в России*. Москва: Финансы и статистика, 2001. 670 с.
10. BALTRĖNAS, P.; BUTKUS, D.; OŠKINIS, V.; VASAREVIČIUS, S.; ZIGMONTIENĖ, A. *Aplinkos apsauga*. Vilnius: Technika, 2008. 576 p.
11. HEINRICH, D.; HERGT, M. *Ekologijos atlasas*. Vilnius: Alma littera, 2000. 280 p.
12. ФЕЛЛЕНБЕРГ, Г. *Загрязнение воздушной среды*. Москва: Мир, 1997. 232 с.
13. JEDRICHOWSKI, WR.; GOLDSMITH, J. *Health Effects of Environmental Contaminants, National Integrated programmes on Environment and Health in Countries in Central and Eastern Europe*. World Health Organization Regional Office for Europe, Bilthoven, 1993, p. 7–34.
14. ГОЛДОВСКАЯ, Ф. *Химия окружающей среды*. Москва: Мир, 2005. 296 с.
15. SITONYTĖ, J. *Aplinkos chemija*: paskaitų konspektas. Šiauliai: VšĮ Šiaulių universiteto leidykla, 2003. 164 p.
16. *Окружающая среда. Энциклопедический словарь-справочник. Немецко-русский словарь по охране окружающей среды*. Москва: Прогресс, 1993. 640 с.
17. JUODKAZIS, V.; KUČINGIS, Š. *Geriamojo vandens kokybė ir jo norminimas*. Vilnius: VU leidykla, 1999. 153 p.
18. АРУСТАМОВ, Е. *Безопасность жизнедеятельности*: учебник. Москва: Издательский Дом «Дашкова и К°», 2000. 677 с.
19. BALTRĖNAS, P.; KLIAUGIENĖ, E.; JANKAITĖ, A. Dirvožemio užterštumas sunkiaisiais metalais prie „Via Baltica“ automagistralės ir Klaipėdos žiedo. *Journal of Environmental Engineering and Landscape Management*, 2003, Vol XI, Suppl 1, p. 3−10.
20. GREGORAUSKIENĖ, V. Geocheminės taršos Lietuvos miestuose kartografavimas. *Journal of Environmental Engineering and Landscape Management*, 2006, Vol XIV, No 1, p. 52[a]–57[a].

21. BALTRĖNAS, P.; IGNATAVIČIUS, S.; IDZELIS, R.; GREIČIŪTĖ, K. *Aplinkos apsauga kariniuose poligonuose*. Vilnius: Technika, 2005. 302 p.

22. VASAREVIČIUS, S.; ČEGARIOVA, J.; SLIŽYTĖ, D. Investigation and evaluation of landfill leachate permeability in the soil. *Journal of Environmental Engineering and Landscape Management*, 2005, Vol XIII, No 3, p. l08–115.

23. IDZELIS, R.; KRASAUSKIENĖ, J.; PALIULIS, D. Soil contamination with oil products on railway embankment Vilnius–Naujoji Vilnia. *Journal of Environmental Engineering and Landscape Management*, 2003, Vol XI, No 1, p. 32–37.

24. BALTRĖNAS, P.; IDZELIS, R.; PETRAITIS, E. Orimulsijos skvarbos dirvožemyje įvertinimas. *Aplinkos inžinerija*, 1999, t. VII, Nr. 2, p. 49–53.

25. Klaipėdos miesto mokymo, mokslo ir sveikatos apsaugos įstaigų grunto geocheminė sudėtis, 2006 m. [žiūrėta 2007-03-03]. Prieiga per internetą: <www.monitor.ku.lt>.

26. ХОТУНЦЕВ, Ю. Л. *Экология и экологическая безопасность*. Москва: Academia, 2004. 478 с.

27. *Australia. State of the Environment (SoE). Australian State of the Environment Report,* 2001. Available from internet: <http://www.ea.gov.au/>.

28. ŠEŠELGIS, K. *Aplinkos apsauga*. Vilnius: Mokslas, 1991. 209 p.

29. *Aplinkos būklė 2001*. Lietuvos Respublikos aplinkos ministerija. Vilnius, 2002. 188 p.

30. *Aplinkos būklė 2004*. Lietuvos Respublikos aplinkos ministerija. Vilnius, 2005. 192 p.

31. LYGIS, D. Genetiškai modifikuoti organizmai ir aplinkos apsaugos problemos. *Aplinkos inžinerija*, 2002, t. X, Nr. 3, p. 22–25.

32. LYGIS, D.; ZOPELYTĖ, K. Genetiškai modifikuotų augalų panaudojimo tendencijos Lietuvoje. Organizmai ir aplinkos apsaugos problemos. *Journal of Environmental Engineering and Landscape Management*, 2004, Vol XII, Suppl 2, p. 54-59.

33. Lietuvos Respublikos genetiškai modifikuotų organizmų įstatymas. *Žin*., 2001, Nr. 56-1976.

34. Solar ultraviolet radiation. Global Burdon of disease from solar ultraviolet radiation. *Environment Burden of Disease Series*, 2006, No 13, WHO. Available from internet: <htt://www.who.int/en/>.

35. MCMICHAEL, A. J.; LUCAS, R.; PONSONBY, A.-L.; EDWARDS, S. J. Stratospheric ozone deplition, ultraviolet radiation and health. *Climate Change and Human Health – Risks and Responses.* WHO Publications, Geneva, 2003.

36. Monrealio protokolas dėl ozono sluoksnį ardančių medžiagų. *Žin*., 1998, Nr. 23-571, 572, 573.

37. MCMICHAEL, A. J. Global climate change and health: an old story write large. *Climate Change and Human Health – Risks and Responses.* WHO Publications, Geneva, 2003, p. 1–17.

38. Illegal trade in ozone depleting substances: is there hole in the Montreal protocol? *Ozon Action Newsletter Special Supplement*, No 6. Unated Nation Publication, 2001. 27 p.

39. ВАЛОВА (КОПЫЛОВА), В. *Основы экологии*: учебное пособие. Москва: Издательский Дом «Дашкова и К°», 2005. 264 с.

40. EBI, K. L.; MEARANS, L. O.; NYENZI, B. Weather and climate: changing human exposure. *Climate Change and Human Health – Risks and Responses.* WHO Publications, Geneva, 2003, p. 18–42.

41. GITHEKO, A.; WOODWARD. International consensus on science of climate and health: the IPCC Third Assessment Report. *Climate Change and Human Health – Risks and Responses.* WHO Publications, Geneva, 2003, p. 43–60.

42. Current US Actions to Address Climate Change. Report, 2006. 33 p. Available from internet: <http://4uth.gov.ua/usa/english/tech/environ/climatechange.pdf>.

43. RIMKUS, E.; BUKANTIS, A.; STANKUNAVIČIUS, G. Klimato kaita: faktai ir prognozės. *Geologijos akiračiai*, 2006, Nr. 1, p. 10–19.

44. ŽALAKEVIČIUS, M. *Globalios klimato kaitos poveikis ekosistemoms ir jų sudedamosioms dalims: jautrumas, pažeidžiamumas, adaptacijos*. Vilnius, 2005.

45. CAMPBELL-LENDRUM, D. H.; CORVALAN, C. F.; PRUSS-USTIN, A. How much disease could climate change cause? *Climate Change and Human Health – Risks and Responses.* WHO Publications, Geneva, 2003, p. 133–158.

46. CORVALAN, H. N.; GOPALAN, C. F.; LLANSO, B. P. Conclusions and recommendations for action. *Climate Change and Human Health – Risks and Responses.* WHO Publications, Geneva, 2003, p. 267–283.

47. *Jungtinių Tautų bendroji klimato kaitos konvencija*. Vilnius, 2006. 37 p.

48. BUBNIENĖ, R.; RIMKUS, E.; ŠTREIMIKIENĖ, D. *Klimato kaitos politikos pagrindai*. Vilnius: Aplinkos apsaugos politikos centras, 2006. 44 p.

49. BALTRUKONIS, J. *Ekologija tavo namuose*. Kaunas: Sveikas miestas, 1997. 304 p.

50. BERRY, M. A. Impact of indoor air on health and welfare: state of the art and research needs. In *Pilot Study on Indoor Air Quality. The implications of Indoor Air Quality for Modern Society, Report on a Meeting Held in Erice*. Italy February 13–17, 1989. CCMS Report, No 183, p. 3–26.

51. ВАДДЕН, Р.; ШИФФ, П. *Загрязнение воздуха в жилых зданиях*. Москва: Стройиздат, 1987. 160 с.

52. *Indoor Air Qaulity and Its Impact On Man. Report, No 4. Environment and Quality of Life, Sick Building Syndrome*: A practical Guide prepared by Working Group 1, Chairman C. Molina. Luxenbourg: Office for Official Publications of the European Communities, 1989. 36 p.

53. *Indoor Air Qaulity and Its Impact On Man. Report, No 10. Environment and Quality of Life, Effects of Indoor Air Pollution on Human Healt*: A practical Guide prepared by Working Group 4, Chairman M. Maroni. Luxenbourg: Office for Official Publications of the European Communities, 1991. 43 p.

54. ANDERSSON, K.; STRIDH, G. The use of standartized questionnairies in building-related illness (BRI) and sick building syndrome (SBS) surveys. In *NATO/CCMS Pilot Study*

on Indoor Air Quality, 4th Plenary Meeting. Epidemiology and medical Management of Building-Related Complains and Illnesses. National Institute of Occupatinal Health, Oslo, Norway, 1992, p. 47–64.

55. SHERWOOD BURGE, P. Medical and clinical investigation of the sick building syndrome and building related illnesses. In *NATO/CCMS Pilot Study on Indoor Air Quality, 4th Plenary Meeting. Epidemiology and medical Management of Building-Related Complains and Illnesses*. National Institute of Occupatinal Health, Oslo, Norway, 1992, p. 65–75.
56. NAUGLE, D. F. Possibilities and limitations of indoor environment risk assessment. In *NATO/CCMS Pilot Study on Indoor Air Quality and European Collaborative Action Indoor Air Quality and its Imnpact on Man. Methods and Risk Assessment for the Indoor Environment*. Institute for Water, Soil and Air Hygiene, Fedral Health Office, Berlin, 1993, p. 1–20.
57. VAN DE WIEL, H. J.; LEBRET, E.; EERENS, H. C.; VAAS L. H., VAN DER LINGEN, E. W. K.; LEUPEN, M. J. Quantyfying future trends of indoor air quality as a basis for government policy plan. In *Pilot Study On Indoor Air Quality. Managing Indoor Air Quality Risks*. Maryland, USA, 1989, p. 1–7.
58. SEIFERT, B. Formaldehyde emission standards in the Federal Republic of Germany. In *Quantyfying Future Trends of Indoor Air Quality as a Basis for Government Policy Plan. Pilot Study On Indoor Air Quality. Managing Indoor Air Quality Risks*. Maryland, USA, 1989, p. 17–23.
59. DINGLE, P.; LALLA, F. Indoor air risk peception in Australia. *Indoor Built Environment*, 2002, Vol 11, No 5, p. 275–284.
60. DINGLE, P.; FRANKLIN, P. Formaldehyde levels and factors affecting these levels in homes in Perth, Western Australia. *Indoor Built Environment*, 2002, Vol 11, No 2, p. 111–116.
61. HOSKINS, J. A. Health effects due to indoor pollution. *Indoor Built Environment*, 2003, Vol 12, No 6, p. 428–433.
62. *Indoor Air Qaulity & Its Impact On Man, Report No 7, Indoor Air Pollution by Formaldehyde in European Countries*. Luxembourg: Office for Official Publications for European Communities, 1990. 23 p.
63. *Indoor Air Qaulity & Its Impact On Man, Environment and Quality of Life, Report No 12, Biological Particles in Indoor Environment*. Prepared by Working Group 5, Chairman H. U. Wanner. Luxembourg: Office for Official Publications of the European Communities, 1993. 81 p.
64. *Indoor Air Qaulity & Its Impact On Man, Environment and Quality of Life, Report No 11, Ventilation Requirements in Buildings*. Prepared by Working Group 6, Chairman D. Bienfait. Luxembourg: Office for Official Publications of the European Communities, 1992. 36 p.
65. *Environmental Health. Guidlines for Healthy Housing*. World Health Organization, Regional Office for Europe, Copenhagen, 1988. 244 p.

66. VAINIŪNAS, P. *Statybos proceso teisinio ir techninio reglamentavimo pagrindai*: mokomoji knyga. Vilnius: Technika, 2005. 137 p.

67. Statybos techninių reikalavimų reglamentas STR 2.01.01(3):1999 Esminiai statinio reikalavimai. Higiena, aplinka, sveikata. *Žin*., 2000, Nr. 8-215; 2002, Nr. 106-4776.

68. Lietuvos Respublikos visuomenės sveikatos priežiūros įstatymas. *Žin*., 2002, Nr. 56-2225.

69. Lietuvos higienos norma HN 85:2003 „Gamtinė apšvieta. Radiacinės saugos normos". *Žin*., 2004, Nr. 30-997.

70. Lietuvos higienos norma HN 35:2007. „Didžiausia leidžiama cheminių medžiagų (teršalų) koncentracija gyvenamosios aplinkos ore". *Žin*., 2007, Nr. 55-2162.

71. Lietuvos higienos norma HN 105:2004 „Polimeriniai statybos produktai ir baldinės medžiagos". *Žin*., 2004, Nr. 182-6745.

72. Lietuvos higienos norma HN 36:2002 „Draudžiamos ir ribojamos medžiagos". *Žin*., 2002, Nr. 59-2404.

73. Lietuvos higienos norma HN 16:2004 „Medžiagos ir gaminiai, susiliečiantys su maistu". *Žin*., 2004, Nr. 45-1486.

74. SEZEMANAS, G.; LAUKAITIS, A. Ekologiški beasbesčiai termoizoliaciniai gaminiai. *Aplinkos inžinerija*, 2002, t. X, Nr. 4, p. 161–167.

75. ŽVIRONAITĖ, J.; CIŪNYS, A.; GERDŽIŪNAS, P. Ežerų valymo produkto – sapropelio panaudojimo galimybių tyrimai. *Aplinkos inžinerija,* 2002, t. X, Nr. 4, p. 168–175.

76. Lietuvos higienos norma HN 42:2004 „Gyvenamųjų ir viešosios paskirties pastatų mikroklimatas". *Žin*., 2004, Nr. 105-3911.

77. Lietuvos higienos norma HN 33:2007 „Akustinis triukšmas. Triukšmo ribiniai dydžiai gyvenamuosiuose ir visuomeninės paskirties pastatuose bei jų aplinkoje". *Žin*., 2007, Nr. 75-2990.

78. BURINSKIENĖ, M. *Subalansuota miestų plėtra*. Vilnius: Technika, 2003. 251 p.

79. ДЬЯКОНОВ, К.; ДОНЧЕВА, А. *Экологическое проектирование и экспертиза*: учебник. Москва: Аспект Пресс, 2002. 383 с.

80. BALTRĖNAS, P.; VASAREVIČIUS, S.; MASILEVIČIUS, R.; PETRAITIS, E. *Atmosferos apsauga šiluminėje energetikoje*. Vilnius: Technika, 2003. 195 p.

81. SITNIKOVAS, D.; DENAFAS, G. Įvairių šilumos gamintojų ir vartotojų grupių įtaka aplinkos oro taršai. *Journal of Environmental Engineering and Landscape Management*, 2003, Vol XI, Suppl 1, p. IIa-IIg.

82. *European Commission: Energy for the Future: Renewable Sources of Energy. White paper for Community Strategy and Action Plan*, COM(97)599 final, 1997.

83. *European Wind Energy Association. „Actively promoting the utilization of wind power generation within the European Union and beyond"*. Available from internet: <http://www.ewea.org/>.

84. SPRUOGIS, A.; JASKELEVIČIUS, B. *Atliekos ir jų tvarkymas*: mokomoji knyga. Vilnius: Technika, 2000. 210 p.

85. ŠTREIMIKIENĖ, D. Išorinės energijos gamybos sąnaudos naudojant tradicinius ir atsinaujinančius energijos šaltinius. *Journal of Environmental Engineering and Landscape Management*, 2004, Vol XII, Suppl 1, p. Ia-If.

86. *Toward Sustainable Transport in the CEI Countries, OCDE*. Paris, 1999. 65 p.

87. LIPPA, M.; ŠPAKAUSKAS, V. Lietuvos aplinkos oro užterštumo autotransporto priemonių išmetalais vertinimas. *Aplinkos inžinerija,* 2002, t. X, Nr. 3, p. 121–129.

88. BALTRĖNAS, P.; VAITIEKŪNAS, P.; MINCEVIČ, I. Investigation on the impact of transport exhaust emissions on the air. *Journal of Environmental Engineering and Landscape Management*, 2004, Vol XII, No 1, p. 3–11.

89. SPETYLAITĖ, S.; GIRGŽDYS, A.; BALTRĖNAS, P. Oro tarša anglies monoksidu Vilniaus gatvėse. *Journal of Environmental Engineering and Landscape Management*, 2003, Vol XI, Suppl 2, p. 33–39.

90. VASAREVIČIUS, S.; MAČERNIUS, A. Investigation of pollutant emissions from motor transport in streets in Vilnius. *Journal of Environmental Engineering and Landscape Management*, 2003, Vol XI, No 2, p. 54–59.

91. BALTRĖNAS, P.; KAZIUKONIENĖ, D.; KVASAUSKAS, M. Air pollution at parking-lots of Vilnius. *Journal of Environmental Engineering and Landscape Management*, 2004, Vol XII, No 1, p. 38–43.

92. НЕВЕРОВА, О. Биохимическая оценка городской почвы. *Гигиена и санитария*, 2004, № 2, с. 18–21.

93. ARMOLAITIS, K.; BARTKEVIČIUS, E. Dispersion of some motor transport pollutants in Lithuania. *Aplinkos inžinerija,* 2002, t. X, Nr. 4, p. 145–148.

94. KLIBAVIČIUS, A. *Transporto neigiamo poveikio aplinkai vertinimas*: mokomoji knyga. Vilnius: Technika, 2003. 35 p.

95. GREIČIŪTĖ, K.; VASAREVIČIUS, S.; AUGULIENĖ, V. NO_2 sklaidos intensyvaus autotransporto eismo gatvėje įvertinimas taikant *Airviro* „gatvės kanjono“ modelį. *Aplinkos inžinerija,* 2002, t. X, Nr. 3, p. 108–115.

96. STORPIRŠTYTĖ, I.; KAZLAUSKIENĖ, A.; ŠČUPAKAS, D. Chloridų koncentracijos sniego dangoje intensyvaus eismo Lietuvos kelių pakelėse tyrimai. *Journal of Environmental Engineering and Landscape Management*, 2004, Vol XII, Suppl 2, p. 60–66.

97. OŠKINIS, V.; KASPERAVIČIUS, T. Impact of road maintenance salts on water ecosystems according to Diatom flora investigation. *Journal of Environmental Engineering and Landscape Management*, 2003, Vol XIII, No 1, p. 51–55.

98. BALTRĖNAS, P.; KAZLAUSKIENĖ, A.; ZAVECKYTĖ, J. Experimental investigation into toxic impact of road maintenance salt on grass vegetation. *Journal of Environmental Engineering and Landscape Management*, 2006, Vol XIV, No 2, p. 83–88.

99. MAČIŪNAS, E. *Automobilių ir gyvenamosios aplinkos triukšmo, patenkančio į patalpas, apskaičiavimas ir įvertinimas*: metodinės rekomendacijos. Vilnius: Valstybinis visuomenės sveikatos centras, 1999. 18 p.

100. OŠKINIS, V.; KINDURYTĖ, R.; BUTKUS, D. Automobilių triukšmo tyrimų magistralėje Vilnius–Kaunas–Klaipėda rezultatai. *Journal of Environmental Engineering and Landscape Management*, 2004, Vol XII, Suppl 1, p. 10–18.

101. НИКИТИН, Д.; НОВИКОВ, Ю. *Окружающая среда и человек*: учебник для высших школ. Москва: Высшая школа, 1986. 415 с.

102. VASAREVIČIUS, S.; GRAUDINYTĖ, J. Transporto triukšmo lygio automobilių kelių ir geležinkelio sankryžose tyrimai ir įvertinimas. *Journal of Environmental Engineering and Landscape Management*, 2004, Vol XII, No 1, p. 63–70.

103. VAIŠKŪNAITĖ, R. *Aplinkos oro užterštumo ir mobiliųjų taršos šaltinių vertinimo metodika*. Vilnius: Technika, 2005. 52 p.

104. BALTRĖNAS, P.; TALOČKAITĖ, E.; VASAREVIČIUS, S. Atmosferos tarša Radviliškio geležinkelio mazge ir jos mažinimas. *Aplinkos inžinerija,* 1999, t. VII, Nr. 2, p. 63-69.

105 IDZELIS, R.; PATAŠIUS, Ž. Vandens telkinių palei geležinkelį taršos naftos produktais tyrimai. *Journal of Environmental Engineering and Landscape Management*, 2003, Vol XI, Suppl 2, p. 40–47.

106. ŠČUPAKAS, D.; MORKŪNIENĖ, V.; KRASILŠČIKOVAS, D.; ČIŽIENĖ, N. *Oro uostų technogeninės įtakos gyvenamajai aplinkai higieninis įvertinimas*: metodiniai nurodymai. Vilnius: Lietuvos Respublikos sveikatos apsaugos ministerija, 1995. 38 p.

107. SMILGYTĖ, L.; ŠČUPAKAS, D. Vilnius international airport aviation noise evaluation. In *6th International Conference on Environmental Engineering*, *2005*. Vilnius, Lithuania, ISBN 9986-05-858-9.

108. MAČIŪNAS, E.; VAINAUSKIENĖ, R.; PILIPAVIČIUS, R. Nelaimingų atsitikimų, susijusių su automobilių transportu, analizė Klaipėdos mieste. *Medicinos teorija ir praktika*, 2000, Nr. 1(21), p. 52–54.

109. SĄLYGA, J. Lietuvos ir Latvijos jūrininkų gyvensenos ypatumai ir veiksniai, skatinantys psichoemocinę įtampą. *Visuomenės sveikata*, 2005, 2(29), p. 3–10.

110. JANKAUSKAS, R.; MAČIULYTĖ, N. Vilniaus miesto autobusų vairuotojų skeleto ir raumenų sistemos simptomų paplitimas. *Visuomenės sveikata*, 2002, 1(18), p. 40–44.

111. КАЛЬВЕРТ, С.; ЕНГЛУНД, Х. М. *Охрана атмосферы от промышленных загрязнений*. Москва: Металлургия, 1988. 711 с.

112. AŠMENSKAS, A.; BAUBINAS, A.; OBELENIS, V.; ŠIMKŪNIENĖ, B. *Aplinkos medicina*. Vilnius: Avicena, 1997. 487 p.

113. Sunday Ayoola Oke On the environmental pollution problem: a review. *Journal of Environmental Engineering and Landscape Management*, 2004, Vol XII, No 3, p. 108–113.

114. *Aplinkos būklė 2003*. Vilnius, 2004. 163 p.

115. ŠIMAITIS, R.; BALTRĖNAS, P. Oro teršalų koncentracija Vilniuje ir jos įtaka sveikatingumui. *Aplinkos inžinerija,* 2002, Vol X, No 1, 1a–1f.

116. KAMENECKAS, J. Gyventojų pasiskirstymas pavojingose oro taršos zonose Kauno mieste. *Sveikatos aplinka*, 2001, Nr. 4, p. 8–13.

117. BALTRĖNAS, P.; KVASAUSKAS, M.; FRÖHNER, K.-D. Influence of stevedoring operations of liquid and powdery fertilizers at Klaipėdos state seaport on the ambient air quality. *Journal of Environmental Engineering and Landscape Management*, 2006, Vol XIV, No 2, p. 59–68.

118. PAULAUSKAS, L.; KLIMAS, R. Investigation of environmental air pollution and its change assessment in Šiauliai. *Journal of Environmental Engineering and Landscape Management*, 2005, Vol XIII, No 1, p. 17–22.

119. BALTRĖNAS, P.; MORKŪNIENĖ, J. Investigation of particulate metter concentration in the air of Žvėrynas district in Vilnius. *Journal of Environmental Engineering and Landscape Management*, 2006, Vol XIV, No 1, p. 23–30.

120. KALIBATAS, J.; RĖGALIENĖ, G.; ČEPIENĖ, J. Nitratai ir methemoglobinemijos situacija Lietuvoje 1995–2001 metais. *Visuomenės sveikata*, 2002, 3(18), p. 55–58.

121. ŽAGMINAS, K. *Epidemiologijos įvadas:* mokomoji knyga. Vilnius: Valstybinis visuomenės sveikatos centras, 2000. 81 p.

122. ПРУСАКОВ, В. М.; ВЕРЖБИЦКАЯ, Э. А. Коэффициенты рисков неканцерогенных эффектов. *Медицина труда и промышленная экология,* 1999, № 5, с. 12–20.

123. JEDRYCHOWSKI, W.; MAUGERI, U.; JEDRYCHOWSKA-BIANCHI, I. *In Search for Epidemiologic Evidence on Air quality and health in Children and Adults*. Center for Research and Studies in Biomedicine in Luxembourg, 2000. 450 p.

124. PTAŠEKAS, R.; ZURLYTĖ, I.; MEILIŪNAS, M. ir kt. Environmental pathology of city inhabitants in Lithuania. *Ekologija*, 2004, Nr. 3, p. 6–16.

125. PTAŠEKAS, R. *Aplinkos lemiama didmiesčio gyventojų patologija*. Vilnius: Akademija, 1999. 102 p.

126. MITIS, F.; MARTUZZI, M.; BIGGERI, A.; BERTOLLINI, R.; TERPACINI, B. Industrial activities in sites at high environmental risk and their impact on the health of the population. *International Journal on Occupational and Environmental Health*, 2005, Vol 11, No 1, p. 88–95.

127. MARTUZZI, M.; KRZYZANOWSKI, M.; BERTOLLINI, R. Health impact assessment of air pollution: providing further evidence for public health action. *The European Respiratory Journal*, 2003, 21: Suppl 40, 86s–91s.

128. KAJOKAS, T. V.; ŠURKUS, J.; STONYS, A. ir kt. *Klinikinė toksikologija*. Kaunas: Naujasis laikas, 2002. 500 p.

129. MAČIŪNAS, E.; MAČIŪNIENĖ, R.; MAJUS, S.; JUZUOLYNAS, A. *Aplinkos sveikata ir nuodingosios medžiagos*. Vilnius: Valstybinis aplinkos sveikatos centras, 2005. 172 p.

130. БАНДМАН, А.; ГУДЗОВСКИЙ, Г.; ДУБЕЙКОВСКАЯ и др. *Вредные химические вещества. Неорганические соединения элементов I–IV групп.* Справочник. Москва: Химия, 1988. 512 с.

131. PTAŠEKAS, R.; PTAŠEKAS, M. *Švinas. Toksikogenezė, jos tyrimai*. Vilnius: UAB „Vaibena“, 2002. 242 p.

132. RAMANAUSKAITĖ, M. *Vaikų apsinuodijimas gyvsidabriu. Klinika, diagnostika, gydymas.* Vilnius: UAB „Inforastras“, 2004. 248 p.

133. RAMANAUSKAITĖ, M. Aplinkos sunkiųjų metalų įtaka vaikų sveikatai: epidemiologijos aspektai, toksikogenezė, klinika, profilaktikos gairės. *Pediatrija*, 2005, Nr. 1, p. 73–81.

134. БАНДМАН, А.; ВОЛКОВА, Н.; ГРЕХОВА, Т. и др. *Вредные химические вещества. Неорганические соединения элементов V–VIII групп.* Справочник. Москва: Химия, 1989. 592 с.

135. БАНДМАН, А.; ВОЛКОВА, Н.; ГРЕХОВА, Т. и др. *Вредные химические вещества. Углеводороды. Галопроизводные углеводородов.* Справочник. Москва: Химия, 1990. 732 с.

136. BRUKŠTIENĖ, D.; ŠALTIENĖ, Ž. Aplinkos tarša policikliniais aromatiniais angliavandeniliais. *Sveikatos aplinka*, 2001, Nr. 3, p. 6–11.

137. MILUKAITĖ, A.; JUOZEFAITĖ, V.; GRICIŪTĖ, L.; ŽEMAITYTĖ, R. Characterization of environmental pollution by benz(a)pyrene in bacgraund urban sites of Lithuania. *Ekologija*, 1996, Nr. 1, p. 87–91.

138. ŠALTIENĖ, Ž.; BRUKŠTIENĖ, D.; JATULIENĖ, N.; RUZGYTĖ, A. Aplinkos oro aerozolio užterštumas policikliniais aromatiniais angliavandeniliais. Gyvenamosios ir darbo aplinkos oro tyrimų mokslinės ir praktinės problemos. Iš *Tarptautinės konferencijos pranešimų rinkinys. Mokslo darbai. Serija*: *Ekologinė medicina*. Tomas 3. Vilnius: Lietuvos Respublikos sveikatos apsaugos ministerijos Higienos institutas. 1999, p. 69–79.

139. ZURLYTĖ, I.; BARKIENĖ, M.; ŠLIACHTIČ, N.; MILUKAITĖ, A. Benzpireno koncentracijos Šiaulių miesto vaikų šlapime. *Sveikatos aplinka*, 1998, N. 3, p. 16–20.

140. ZURLYTĖ, I. Šiaulių miesto gyventojų bioterpių tyrimai. *Sveikatos aplinka*, 1998, Nr. 5, p. 47–57.

141. ČESNAITIS, R.; BAGDONAS, A.; DVARIONIENĖ, J.; VARŽINSKAS, V. *Patvarieji organiniai teršalai*. Kaunas: Technologija, 2006. 34 p.

142. Lietuvos higienos norma HN 54:2003 „Maisto produktai. Didžiausiai leidžiamų teršalų ir pesticidų koncentracijos“. *Žin*., 2004, Nr. 45-1487, Nr. 74-2562, Nr. 139-5077.

143. Lietuvos higienos norma HN 97:2004 „Pesticidų (augalų apsaugos produktų) veikliųjų medžiagų didžiausios leidžiamos koncentracijos aplinkoje“. *Žin*., 2004, Nr. 94-3442.

144. Lietuvos higienos norma HN 63:2004 „Draudžiamos augalų apsaugos produktų veikliosios medžiagos“. *Žin*., 2004, Nr. 178-6600.

145. EITMONAVIČIŪTĖ, I.; BAGDONAVIČIENĖ, Z. *Lietuvos miestų nutekamųjų vandenų dumblas ir jo panaudojimas*. Vilnius: Aplinkos apsaugos departamento leidybos biuras, 1993. 26 p.

146. GRAŽULEVIČIENĖ, R. *Žmogaus ekologija*. Kaunas: VDU leidykla, 2002. 192 p.

147. *Health risk from bathing in marine waters. Report on a joint WHO/UNEP meeting*. WHO Regional Office for Europe, Copenhagen, 1992. 103 p.

148. ANDRIUŠIS, A.; ZAKAS, M. Didžiausia vandens kilmės mišri žarnyno infekcijų epidemija 1941-ųjų Vilniuje. *Medicina*, 1997, Nr. 3, p. 391–399.

149. LINDGREN, E.; TORSTEN, N. Leishmaniosis: influences of climate and climate change epidemiology. Epidemiology, ecology and adaptation measures. In *Climate Change and Adaptation Strategies for Human Health*. Steinkopff Verlag Darmstadt, 2006, p. 131–156.

150. LINDGREN, E.; JEANSON, T. Lyme boreliosis in Europe: influences of climate and climate change epidemiology. In *Epidemiology, Ecology and Adaptation Measures. Climate Change and Adaptation Strategies for Human Health*. Steinkopff Verlag Darmstadt, 2006, p. 157–188.

151. DANIEL, M.; DANIELOVA, V.; KRIŽ, Č. Tick-borne encephalitis. Epidemiology, ecology and adaptation measures. In *Climate Change and Adaptation Strategies for Human Health*. Steinkopff Verlag Darmstadt, 2006, p. 189–205.

152. KOVATS, R.; SARI, TIRADO, C. Climate, weather and enteric disease. In *Climate Change and Adaptation Strategies for Human Health*. Steinkopff Verlag Darmstadt, 2006, p. 269–291.

153. VALIUKĖNAS, V.; MAKARIŪNIENĖ, E.; MORKŪNAS, G. *Jonizuojančiosios spinduliuotės ir radiacinės saugos terminų žodynas*. Lietuvos sveikatos apsaugos ministerijos Radiacinės saugos centras. Vilnius: Litimo, 1999. 150 p.

154. CLAVENSJO, B.; AKERBLOM, G.; MORKŪNAS, G. *Radonas patalpose. Jo kiekio mažinimo būdai*. Vilnius: Litimo, 1999. 126 p.

155. PEČIULIENĖ, M.; JASAITIS, D.; GRIGALIŪNAITĖ-VONSEVIČIENĖ, G. ir kt. Equivalent dose rate of ionizing radiation above water reservoirs in Vilnius. *Journal of Environmental Engineering and Landscape Management*, 2004, Vol XII, No 2, p. 53–57.

156. MORKŪNAS, G. Radono tūrinio aktyvumo priklausomumas nuo statinio geografinės padėties. *Sveikatos aplinka*, 1998, Nr. 10, p. 17–21.

157. MASTAUSKAS, A.; MORKŪNAS, G. Radonas-222 patalpose Lietuvoje. *Higiena ir epidemiologija*, 1996, Nr. 4, p. 54–61.

158 AUGULIS, J. Radono problema gyvenamuose ir kituose statiniuose. *Statyba ir architektūra*, 1995, Nr. 3, p. 20.

159. CHADYŠIENĖ, R.; PEČIULIENĖ, M.; GIRGŽDYS, A. Jonizuojančiosios spinduliuotės pokyčiai urbanizuotoje teritorijoje. *Journal of Environmental Engineering and Landscape Management*, 2004, Vol XII, Suppl 2, p. 37–41.

160. PILKYTĖ, L.; BUTKUS, D. Influence of gamma radiation of indoor radon decay products on absorbed dose rate. *Journal of Environmental Engineering and Landscape Management*, 2005, Vol XIII, No 2, p. 65–72.

161. VAITIEKŪNAS, P.; LUKOŠIŪTĖ, D. Statybinių medžiagų gama spinduliuotės patalpose tyrimas. *Journal of Environmental Engineering and Landscape Management*, 2005, Vol XIII, No 4, p. 182–186.

162. BUTKUS, D.; MORKŪNAS, G.; PILKYTĖ, L. Ionizing radiation in buildings: situation and dealing with problems. *Journal of Environmental Engineering and Landscape Management*, 2005, Vol XIII, No 2, p. 103^a–107^a.

163. BUTKUS, D.; GAPONOVIENĖ, K. Ž. Lygiavertės dozės galios pažemio ore šalia Lietuvos magistralių matavimo ir modeliavimo rezultatai. *Journal of Environmental Engineering and Landscape Management*, 2006, Vol XIV, No 1, p. 3–9.

164. PEČIULIENĖ, M.; JASAITIS, D.; GRIGALIŪNAITĖ-VONSEVIČIENĖ, G. ir kt. Changes of ionizing radiation caused by natural radionuclides in the curonian spit. *Journal of Environmental Engineering and Landscape Management*, 2005, Vol XIII, No 1, p. 37–42.

165. BOGDEVIČIENĖ, V.; PEČIULIENĖ, M.; GIRGŽDYS, A. Changes of natural ionizing radiation in anthropogenic objects. *Journal of Environmental Engineering and Landscape Management*, 2005, Vol XIII, No 3, p. 103–107.

166. BUTKUS, D.; LEBEDYTĖ, M.; LUBYTĖ, D. et al. 137Cs ir 90Sr in the Soil in Lithuania. *Geochemistry*, 2001, No 7, p. 794–800.

167. BUTKUS, D.; ANDRIULAITYTĖ, I.; LUKŠIENĖ, B. et al. Pecularities of radionuclide transfer to plants. *Journal of Environmental Engineering and Landscape Management*, 2003, Vol XI, No 3, p. 93–99.

168. BUTKUS, D.; KONSTANTINOVA, M. Studies of 137Cs transfer in siol-fern system. *Journal of Environmental Engineering and Landscape Management*, 2005, Vol XIII, No 3, p. 97–102.

169. LADYGIENĖ, R.; BUTKUS, D.; KLEIZA, J. Estimation of change dynamics of milk contamination with ^{90}Sr and ^{137}Cs in Lithuania in 1965-2003. *Journal of Environmental Engineering and Landscape Management*, 2005, Vol XIII, No 1, p. 9–16.

170. MASTAUSKAS, A.; JURAITYTĖ, A.; ŠIDIŠKIENĖ, D. ir kt. Maisto produktų ir geriamojo vandens radiologinių tyrimų rezultatai Ignalinos AE įtakos zonoje. *Higiena ir epidemiologija*, 1996, Nr. 4, p. 216–225.

171. ZEMKAJUS, K. Ignalinos atominės elektrinės poveikis aplinkai. *Sveikatos aplinka*, 1998, Nr. 10 (76), p. 35–40.

172. MORKŪNAS, G. Radiacinė sauga: žmogui, visuomenei ar aplinkai? *Sveikatos aplinka*, 2000, Nr. 3, p. 1–4

173. SAMERDOKIENĖ, V. Profesinės medikų apšvietos poveikis ir onkologinės ligos. *Sveikatos aplinka*, 2001, Nr. 3, p. 23–26.

174. *Radiacinė sauga. Teisės aktų rinkinys*. Vilnius: UAB „Teisės informacija“, 2000. 114 p.

175. URBONAS, M.; MAČIŪNAS, E.; RAZMIENĖ, A. *Elektromagnetinio lauko poveikis sveikatai*. Vilnius: BĮ „Baltijos kopija“, 1998. 51 p.

176. RAZMIENĖ, A. Mobiliojo ryšio sistemos poveikio aplinkai higieninis įvertinimas. *Higiena ir epidemiologija*, 1997, Nr. 11, p. 21–23.

177. ELSDER, J. A,; CZERSKI, P. A.; STUCHLY, M. A. et al. Radiofrequency radiation. *Nonionizing protection*, No 25. WHO, Copenhagen, 1989 p. 117–173.

178. WANDEL, C. F.; KEIDING, L.; ULBAK, K. *Report on the risk of cancer in children living in homes exposed to 50 Hz magnetic fields from high voltage lines*. Expert Group on Non-ionising Radiation Danish Ministry of Health, Kopenhagen: The National Board of Health, 1994. 70 p.

179. FEYCHING, M.; AHLBOM, A. *Magnetic fields and cancer in people residing near Swedish high voltaže Power lines*. Stockholm: Gotab tryceri, 1992. 98 p.

180. URBONAS, M.; MAČIŪNAS, E. *Elektromagnetinio lauko poveikis sveikatai*. Vilnius: S. Ratkevičiaus firma, 2004. 40 p.

181. Lietuvos higienos norma HN80:2000 „Elektromagnetinis laukas darbo vietose ir gyvenamojoje aplinkoje". *Žin*., 2000, Nr. 53-1548.

182. Lietuvos higienos norma HN104:2000„Gyventojų sauga nuo elektros oro linijų sukuriamų elektros laukų". *Žin*., 2001, Nr. 4-109.

183. Lietuvos higienos norma HN81:2005„Judriojo korinio ryšio bazinės stotys". *Žin*., 2005, Nr. 153-5654.

184. CHADWICK, P.; SIENKEWICZ, Z. *Electromagnetic fields*. World Health Oganization, Regional Office for Europe, 1999. 24 p.

185. URBELIS, A. Apie triukšmo dozę ir ekvivalentinį triukšmo lygį. *Sveikatos aplinka*, 2000, Nr. 4, p. 29–32.

186. MAČIŪNAS, E. Palangos triukšmo žemėlapio panaudojimas modeliuojant Palangos gyventojų triukšmo dozę. *Sveikatos aplinka*, 2000, Nr. 2, p. 11−15.

187. Lietuvos higienos norma HN 32:2004 „Darbas su videoterminalais". *Žin*., 2004, Nr. 32-3957; 2005, Nr. 151-5566.

188. VASAREVIČIUS, S.; ČEGARIOVA, J.; SLIŽYTĖ, D. Investigation and evaluation of landfill leachate permeability in the soil. *Journal of Environmental Engineering and Landscape Management*, 2005, Vol XIII, No 3, p. 108–115.

189. DENAFAS, G.; RIMAITYTĖ, I.; SEEGER, H. Ir kt. Energetiškai naudingo atliekų deginimo Lietuvoje galimybės. *Journal of Environmental Engineering and Landscape Management*, 2003, Vol XI, Suppl 2, p. IIa–IIi.

190. *Safe Management of Waste from Health-care activities*. Edited by A. PRUSS, E. GIROUT, P. Rushbrook, World Health Organization, Geneva, 1999. 230 p.

191. BOUDOT, M. J.; COMMEINHES, M. *Medicininės atliekos*. Pasaulinės sveikatos organizacijos Europos regioninis biuras, Kopenhaga. 1997. 20 p.

192. RIMKEVIČIUS, A. Infekuotų medicininių atliekų tvarkymo problemos Vilniuje ir galimi sprendimo būdai. *Aplinkos inžinerija*, 2002, t. X, Nr. 2.

193. VILKANEC, M. Medicininių atliekų tvarkymas. Iš *Ketvirtosios Lietuvos jaunų mokslininkų konferencijos „Lietuva be mokslo – Lietuva be ateities*" pranešimų medžiaga. Aplinkos apsaugos inžinerija. Vilnius: Technika, 2001, p. 122–126.

194. ŠČUPAKAS, D.; RUGINIENĖ, I. Medicininių atliekų apskaita ir jos tobulinimo galimybės. Iš *Lietuvos higienistų ir epidemiologų sąjungos suvažiavimo medžiaga*. Vilnius: Vilniaus visuomenės sveikatos centras, 2007, p. 17–25.

195. BUDGINAITĖ, R. Medicininių atliekų nukenksminimas. Iš *Medicininių atliekų tvarkymas*. Vilnius: Valstybinis visuomenės sveikatos centras, 1997, p. 45–51.

196. *Health Care waste managment within hospitals. Training notes for health care personnel in Central and Eastern European countries*. World Health Organization Regional Office for Europe, Copenhagen, 1995. 19 p.

197. РУСАКОВ, Н.; ЩЕРБА, А.; МИРОНЕНКО, О. Обоснование и упорядочение больничных отходов. *Гигиена и санитария*, 2003, № 4, с. 11–14.

198. БУДИЛОВСКИС, Д.; БАЛТРЕНАС, П.; ЩУПАКАС, Д. и др. Состав и свойства сточных вод, очищенных ферриферрогидрозолем. *Химическое и нефтегазовое машиностроение*, 2004, № 11, с. 36–38.

199. BUDILOVSKIS, D.; BALTRĖNAS, P.; ŠČUPAKAS, D. et. al. Composition and properties of deposits from treating effluence with ferroferric hidrosol. *Chemical and Petroleum Engineering*, 2004, Vol 40, No 11–12, p. 689–693.

200. KAZRAGIS, A. Minimization of atmophere pollution by utilisating cellulose waste. *Journal of Environmental Engineering and Landscape Management*, 2005, Vol XIII, No 2, p. 81–90.

201. BALTRĖNAS, P.; RAISTENSKIS, E.; ZIGMONTIENĖ, A. Organinių atliekų biodestrukcijos proceso metu išsiskiriančių biodujų eksperimentiniai tyrimai. *Journal of Environmental Engineering and Landscape Management*, 2004, Vol XII, Suppl 1, p. 3–9.

202. BALTRĖNAS, P.; JANKAITĖ, A.; RAISTENSKIS, E. Natūraliųjų biodegradacijos procesų, vykstančių maisto atliekose, eksperimentiniai tyrimai. *Journal of Environmental Engineering and Landscape Management*, 2005, Vol XIII, No 4, p. 167–176.

203. ČYGAS, D.; LAURINAVIČIUS, A. Construction waste and feasibility study of its utilization for road construction in Lithuania. *Journal of Environmental Engineering and Landscape Management*, 2003, Vol XI, No 2, p. 60–65.

204. KALĖDIENĖ, R.; PETRAUSKIENĖ, J.; RIMPELA, A. *Šiuolaikinio visuomenės sveikatos mokslo teorija ir praktika*. Kaunas: Šviesa, 1999. 181 p.

205. *Sveikata 21. Sveikata visiems XXI amžiuje. Pagrindiniai PSO visuomenės sveikatos priežiūros principai Europos regione*. Vilnius: Lietuvos Respublikos sveikatos apsaugos ministerija, 1998. 215 p.

206. GAIŽAUSKIENĖ, A.; PETRAUSKIENĖ, J.; KALĖDIENĖ, R.; CICĖNIENĖ, V.; ŽEMGULIENĖ, J. *Sveikatos statistikos vadovas*: mokomoji knyga, 2-oji laida. Vilnius: UAB „Petro ofsetas“, 2003. 106 p.

207. *Lietuvos gyventojų sveikata ir sveikatos priežiūros įstaigų veikla 2005 metais*. Sudarė: Gaidelytė, R.; Cicėnienė, V. Vilnius: Lietuvos sveikatos informacijos centras, 2006. 107 p.

208. *Lietuvos sveikatos statistika 2001*. Sudarė: Gaižauskienė, A.; Gaidelytė, R.; Cicėnienė, V. Vilnius: UAB „Petro ofsetas“, 2004. 68 p.

209. http://www.vdi.lt/index.php

210. PETRAUSKIENĖ, J.; KURTINAITIS, J.; GUREVIČIUS, R. ir kt. *Health patterns of human population and associations with anthropogenic factors. Ecoloical sustainability of Lithuania in historical perspective*. Vilnius: Mokslo namai, 1998, p. 140–148.

211. MACARTHUR, I.; BONNEFOY, X. Environmental health services in Europe. *WHO Regional Publications, European Series*, No 77. Kopenhagen, 1998. 148 p.

212. ARUSTIENĖ, J. Ūkio subjektų požeminio vandens monitoringas. Vandens kokybė, ištekliai, apsaugos ir tvarkymo aktualijos. Iš *Seminaro medžiaga „Expozona*“. Vilnius, 2006, p. 67–79.

213. MCCARTHY, M.; BIDDULPH, J. P.; FERGUSON, J.; GALLIVAN, S. A health impact assessment model for environmental changes attributable to development projects. *Journal Epidemiology, Community Health*, 2002, 56, p. 611–616.

214. *Nacionalinė darnaus vystymosi strategija*. Vilnius: Lututė, 2003. 86 p.

215. SABALIAUSKAS, R.; ZURLYTĖ, I.; ŠČUPAKAS, D. Lietuvos nacionalinis aplinkos sveikatos veiksmų planas ir jo įgyvendinimo klausimai. *Sveikatos aplinka*, 2000, Nr. 2, p. 1–5.

216. Air quality guidlines for Europe. Second Edition. *WHO Regional Publication, Europian Series*, No 91, Copenhagen, 2000. 273 p.

217. HN24:2003 „Geriamojo vandens saugos ir kokybės reikalavimai“. *Žin*., 2003, Nr. 79-3606; 2007, Nr. 127-5194.

218. *Guidlines for drinking – water quality*. Second Edition, Recommendations, Vol 1. World Health Organization, Geneva, 1993. 188 p.

219. HN60:2004 „Pavojingų cheminių medžiagų didžiausios leidžiamos koncentracijos dirvožemyje“. *Žin*., 2004, Nr. 41-1357.